

**ANALISA KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb DAN Fe DENGAN  
METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM  
TERHADAP SUSU KENTAL MANIS  
DI PEKANBARU**



**Oleh**

**LIA HARURANI  
NIM. 10717000808**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
1432 H/2011 M**

**ANALISA KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb DAN Fe DENGAN  
METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM  
TERHADAP SUSU KENTAL MANIS  
DI PEKANBARU**

Skripsi

Diajukan untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Pendidikan

(S.Pd.)



Oleh

**LIA HARURANI**

**NIM. 10717000808**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
1432 H/2011 M**

## PERSETUJUAN

Skripsi ini dengan judul *Analisa Kandungan Logam Berat Pb dan Fe dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom terhadap Susu Kental Manis di Pekanbaru*, ditulis oleh Lia Harurani NIM.10717000808 dapat diterima dan disetujui untuk diujikan dalam sidang munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Pekanbaru, 02 Jumadil Akhir 1432 H

06 Mei 2011 M

Menyetujui

Ketua Program Studi

Pendidikan Kimia

Pembimbing

Dra. Fitri Refelita, M.Si.

H. Hadinur, M.Med.Sc.

## PENGESAHAN

Skripsi dengan judul *Analisa Kandungan Logam Berat Pb dan Fe dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom terhadap Susu Kental Manis di Pekanbaru*, ditulis oleh Lia Harurani NIM.10717000808 telah diujikan dalam sidang munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau pada tanggal 13 Rajab 1432 H/16 Juni 2011 M. Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Kimia.

Pekanbaru, 13 Rajab 1432 H  
16 Juni 2011 M

Mengesahkan  
Sidang Munaqasyah

Ketua

Sekretaris

Drs. Hartono, M.Pd.

Dra. Fitri Refelita, M.Si.

Penguji I

Penguji II

Miterianifa, M.Pd.

Yuni Fatisa, M.Si.

Dekan  
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Dr. Hj. Helmiati, M.Ag.  
NIP.19700222199703 2 001

## PENGHARGAAN

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul *“Analisa Kandungan Logam Berat Fe dan Pb Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom Terhadap Susu Kental Manis Di Pekanbaru ”*.

Shalawat beserta salam senantiasa tercurah kepada Nabi besar kita yakni Nabi Muhammad SAW juga kepada keluarganya, sahabat dan orang-orang yang senantiasa mengikuti sunnahnya hingga hari kiamat.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana dan untuk menyelesaikan studi pada Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Kimia.

Penulis sadar bahwa dalam skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan baik dari segi bahasa, kata-kata, pembahasan maupun pemikiran yang penulis sumbangkan. Tapi, penulis sangat bersyukur jika skripsi ini dapat berguna dan dapat dijadikan bahan masukan khususnya bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca umumnya.

Dalam menyelesaikan skripsi ini tak lepas pula dari kerjasama dan peran orang-orang yang ada disekeliling penulis, yang telah menyumbangkan tenaga, fikiran maupun materinya demi tercapainya tujuan dari penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. M. Nazir selaku Rektor UIN SUSKA RIAU beserta staf yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempa ilmu dibangku perkuliahan UIN SUSKA RIAU.
2. Ibu Dr. Hj. Helmiati, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN SUSKA RIAU penulis ucapkan terima kasih.
3. Ibu Dra. Fitri Refelita, M.Si. selaku ketua Jurusan Pendidikan Kimia terimakasih penulis ucapkan.
4. Bapak Drs. Masbukin, M.A. selaku Penasehat Akademis penulis sendiri, terima kasih penulis ucapkan.

5. Bapak H, Hadinur, M.Med.Sc. selaku Pembimbing yang telah banyak sekali memberikan bimbingan, arahan dan tenaganya dari awal penyusunan, saat penelitian hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, penulis ucapkan terima kasih banyak.
6. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan umumnya dan Jurusan Pendidikan Kimia khususnya (Pak Pangoloan, Pak Heriswandi, Pak Lazulfa, Bu Silvi, Bu Yeni, Bu Eka, Bu Zona, Bu Lisa, Bu Elvi dan Bu Yuni) yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis selama penulis duduk dibangku perkuliahan.
7. Bu Yeni dan Bu Deby selaku Asisten Laboratorium Teknik Universitas Riau Pekanbaru yang telah banyak membantu penulis selama penulis melakukan penelitian khususnya saat dilaboratorium.
8. Ayahanda dan Ibunda tercinta (Suhardi dan Muliani), yang telah memberikan do'a, tenaga dan materinya yang tiada terhingga demi tercapainya cita-cita penulis, penulis ucapkan terimakasih yang tiada terhingga.
9. Buat adik dan kakak tercinta Andi, Rozak dan Pandra penulis ucapkan banyak terimakasih atas dukungannya.
10. Kemudian buat kakak Misliadi yang telah memberikan semangat kepada penulis dari awal hingga terselesainya tugas akhir ini. Penulis ucapkan banyak terima kasih.
11. Sahabat-sahabat tercinta terutama Muzdaleni, Suryati, Nurmayulis, Suci, Sri, Fia, Evika, Wildi, Linda, Richa, Melda, Arfa dan semua teman-teman satu lokal baik lokal A maupun lokal B yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu baik dari segi pemikiran maupun material. Penulis ucapkan terimakasih banyak.
12. Teman-teman satu kampus yang tidak saya sebutkan. Terima kasih atas semuanya, penulis tidak akan pernah melupakan kenang-kenangan kita selama perkuliahan baik dikampus maupun dikos, dan akan selalu penulis ingat sampai akhir hayat.

Serta seluruh pihak yang telah banyak membantu yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu namanya. Jazakumullah Khairan Katsiron atas bantuan yang telah kalian berikan.

Saran serta kritikan yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan skripsi ini ke arah yang lebih baik. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya Amin.

Pekanbaru, 25 Mei 2011

Penulis

Lia Harurani

## PERSEMBAHAN

*Tiada kata seindah doa.....*

*Yang kuhanturkan hanya kepada Mu ya Rob*

*Untuk kesehatan, keselamatan dan kebahagiaan dunia  
akhirat*

*Yang hanya ku persembahkan untuk ayahanda dan ibunda  
tercinta*

*Tidak ada materi yang bisa menggantikan jasa-jasa dan  
pengorbanan beliau*

*Ayah.....*

*Terima kasih atas segala-galanya yang Engkau berikan  
kepada ananda*

*Ibu.....*

*Terima kasih atas doa dan pengorbanan Mu*

*Ayahanda dan ibunda.....*

*Maafkan ananda yang belum bisa membahagiakan  
ayahanda dan ibunda.*

*I LOVE YOU MAM AND DAD*



## ABSTRAK

### **LIA HARURANI : Analisa Kandungan Logam Berat Fe dan Pb Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom Terhadap Susu Kental Manis Di Pekanbaru**

Susu kental manis berarti susu yang dimaniskan, yakni susu yang berbentuk cairan kental, warna putih kekuningan atau warna lain yang tergantung dari aroma yang ditambahkan dengan bau dan rasa khas serta dikemas dalam kaleng. Kontaminasi logam mungkin dapat disebabkan oleh wadah kaleng itu sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya kandungan logam berat Fe dan Pb pada susu kental manis dalam kaleng, serta kesesuaiannya dengan batas maksimum SNI. Spektrofotometri Serapan Atom merupakan metode yang spesifik dan sensitif untuk mendeteksi kandungan logam pada susu kental manis dalam kaleng. Susu kental manis didestruksi dengan cara pemanasan menggunakan *hotplate* dengan penambahan  $\text{HNO}_3$  65%. Kemudian sampel disaring dan ditambahkan aquades lalu diukur dengan AAS. Hasil yang didapat dari pengukuran sampel menunjukkan kandungan logam Fe untuk sampel kode A sebesar 0,930 mg/kg, kode B sebesar 0,695 mg/kg, dan kode C sebesar 0,845 mg/kg, ini tidak melebihi ambang batas SNI-01-3548-1994 sebesar 10,0 mg/kg. Sedangkan hasil analisis logam berat Pb pada sampel kode A sebesar 23,30 mg/kg, kode B sebesar 23,30 mg/kg dan kode C sebesar 24,15 mg/kg, ini melebihi ambang batas SNI-01-2896-1998 sebesar 2,0 mg/kg.

**Kata kunci :** Susu, Kaleng, Spektrofotometri Serapan Atom, Timbal, Besi.

## ملخص

ليا هاروراني (٢٠١١): تحليل مضمون معدن ثقيل Fe و Pb بطريقة سبيكتروفوتوميتر نفس جوهري إلى لبن مكثف حلو بباكنبارو.

يقصد بلبن مكثف حلو هو لبن مطيب على شكل سائل مكثف، أبيض مع الصفراء اللون أو قد تأتي على ألوان أخرى حسب أريج تزداد مع رائحة و ذوق خاصة ويوضع في علبة. وقد يسبب تلويث المعدن من أنية علبتها. تهدف هذه الدراسة إلى معرفة سواء هناك مضمون معدن ثقيل Fe و Pb في لبن سائل حلو في العلبة، ومع تناسبه بالحد الأدنى للكميار الدولي الإندونيسي. فإن سبيكتروفوتوميتر نفس جوهري من طريقة معينة و مرهفة لإيجاد مضمون المعدن في لبن مكثف حلو في العلبة. يخرب لبن مكثف حلو بطريقة التسخين باستخدام الصحن الحار مع زيادة  $\text{HNO}_3$  ٦٥ في المائة. ثم ترشح العينات و تزداد فيها أكوايس ثم يقاس با أس. وتدل النتائج المكتسبة من قياس العينات أن مضمون المعدن Fe للعينات على الشفرة أ بقدر ٠،٩٣٠ ميلي غرام أو كيلو غرام، الشفرة ب بمقدار ٠،٨٩٥ ميلي غرام أي كيلو غرامو الشفرة ج بمقدار ٠،٨٤٥ ميلي غرام أو كيلو غرام ولا يتجاوز الحدود للكميار الدولي الإندونيسي-١٠١-٣٥٤٨-١٩٩٤ بمقدار ١٠،٠ ميلي غرام أو كيلو غرام. ميلي غرام أو كيلو غرام. بينما نتائج التحليل لمعدن ثقيل Pb في العينات في الشفرة أ بمقدار ٢٣،٣٠ ميلي غرام أو كيلو غرام، والشفرة ب بمقدار ٢٣،٣٠ ميلي غرام أو كيلو غرام و الشفرة ج بمقدار ٢٤،١٥ ميلي غرام أو كيلو غرام ولا يتجاوز الحدود للكميار الدولي الإندونيسي-١٠١-٢٨٩٦-١٩٩٨ بمقدار ٢،٠ ميلي غرام أو كيلو غرام

الكلمات الدليلة : لبن، علبة، سبيكتروفوتوميتر نفس جوهري، طلبة، حديد

## ABSTRACT

**Lia Harurani (2011): Analyzing the Contents of Heavy Metal Fe and Pb by Atomic Absorption Spectrophotometry Method toward Sweet Heavy Cream in Pekanbaru**

Sweet heavy cream means the sweated cream, it is in the form of thick liquid with white-yellow color or other colors according to its smell added with the smell and special test and put into can. Metal contamination may be resulted by the container of can itself. The objective of this research is to know whether there is or not the contents of heavy metal Fe and Pb on sweet heavy cream in the can and also its similarity with the minimum limitation of SNI. Spectrophotometer Atomic Absorption is specific and sensitive method to detect the contents of metal in sweet heavy cream in the can. Sweet heavy cream is destructed by heating it using *hotplate* adding HNO<sub>3</sub> 65%. Furthermore, the samples are filtered and added by some aquades and then measured with AAS. The results obtained from sample measurement indicated the contents of metal Fe for the sample of A code is 0,930 mg/Kg, B code is 0,695 mg/Kg, and C code is 0,845 mg/Kg, while this does not exceed the minimum limitation of SNI-01-3548-1994 equals to 10,0 mg/Kg. While the results of analysis of heavy metal Pb in the sample of A code equals to 23,30 mg/Kg, B core equals to 20,30 mg/Kg and C code equals to 24,15 mg/Kg, this exceeded the minimum limitation of SNI-01-2896-1998 equals to 2,0 mg/Kg.

**Keywords : Milk/Cream, Can, Atomic Absorption Spectrophotometry, Lead, Ferrum.**

## DAFTAR ISI

<b>PERSETUJUAN.....</b>	<b>i</b>
<b>PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>

### **BAB I. PENDAHULUAN**

A. Latar Belakang .....	1
B. Penegasan Istilah .....	2
C. Batasan masalah.....	3
D. Rumusan Masalah.....	3
E. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	4

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

A. Susu .....	5
B. Produk Susu dan Hasil Olahannya.....	6
C. Logam Berat .....	10
D. Kaleng.....	21
E. Spektrofotometri Serapan Atom .....	24

### **BAB III. METODE PENELITIAN**

A. Alat dan Bahan .....	37
B. Rancangan Penelitian .....	37
C. Prosedur Penelitian .....	38

D. Pengukuran Absorbansi larutan Standar Fe .....	39
E. Pengukuran Absorbansi larutan Standar Pb.....	39
F. Pengolahan Data .....	39
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Optimasi Alat .....	41
B. Larutan Standar Besi .....	42
C. Larutan Standar Timbal .....	43
D. Penentuan Kandungan Logam Besi dan Timbal.....	44
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	50
B. Saran .....	50
<b>DAFTAR REFERENSI</b>	
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kelompok Makanan Tercemar Timbal .....	12
Tabel 2.2. Kondisi SSA untuk analisis logam Fe dan Pb .....	31
Tabel 4.1. Data nilai absorban pada larutan standar Fe .....	42
Tabel 4.2. Data nilai absorban pada larutan standar Pb .....	43
Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Logam Fe dan Pb pada Sampel .....	46
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan konsentrasi Logam Fe dan Pb pada Sampel .....	46
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan kandungan Logam Fe dan Pb pada Sampel .....	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses pembuatan kaleng.....	23
Gambar 2.2. Diagram Spektrofotometer Serapan Atom .....	26
Gambar 2.3. Spektrofotometer Serapan Atom.....	27
Gambar 2.4. Lampu Katoda Berongga .....	28
Gambar 2.5. Electrodeless discharge lamp .....	28
Gambar 2.6. Instrumentasi sumber atomisasi .....	29

## DAFTAR GRAFIK

Gambar 2.7. Kurva Kalibrasi .....	32
Gambar 4.1. Kurva Kalibrasi Fe .....	42
Gambar 4.2.. Kurva Kalibrasi Pb .....	43



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Skema kerja .....	54
Lampiran 2.	Perhitungan pembuatan larutan induk dan seri standar .....	55
Lampiran 3.	Pembuatan kurva kalibrasi .....	60
Lampiran 4.	Perhitungan kadar sampel .....	64
Lampiran 10.	Dokumentasi penelitian .....	66

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Kebutuhan dasar manusia yang penting salah satunya adalah pangan di samping papan, sandang, pendidikan, dan kesehatan. Dilihat dari segi ilmu gizi, susu merupakan makanan alami yang hampir sempurna karena sebagian zat gizi esensial seperti protein, kalsium, fosfor, tiamin (vitamin B1) dan vitamin A ada didalamnya. Susu merupakan sumber kalsium paling baik<sup>1</sup>.

Susu kental manis berarti susu yang dimaniskan, yakni susu yang berbentuk cairan kental, warna putih kekuningan atau warna lain yang tergantung dari aroma yang ditambahkan, dengan bau dan rasa yang khas. Produk susu kental manis, susu bubuk, dan susu steril seringkali dibuat dalam kemasan yang terbuat dari plastik dan kaleng dimaksudkan untuk menghindari pengaruh sinar matahari, lama pengemasan, penyimpanan dan lain-lain. Dan akibat dari pengemasan itu juga, maka produk sering mengalami kerusakan baik secara mikrobiologis, mekanis maupun kimiawi.

Kerusakan produk secara kimia disebabkan karena adanya interaksi antara produk yang dikemas dengan komponen penyusun kemasan. Bahan-bahan dari kemasan akan bereaksi membentuk persenyawaan dengan zat-zat yang terkandung dalam produk susu, yang salah satunya keberadaan partikel logam timbal dapat berasal dari kaleng yang dilakukan pematiran pada proses penyambungan antara kedua bagian sisi dari *tin plate* untuk membentuk badan

---

<sup>1</sup> Budiyantri Wiboworini, 2007, *Gizi dan Kesehatan*, Jakarta, Sunda Kelapa Pustaka, h. 41

kaleng atau antara bagian badan kaleng dan tutupnya yang dipatri dan timbulnya rasa *tain* kaleng atau rasa seperti besi yang timbul akibat *coating* kaleng tidak sempurna. Hal ini dapat berakibat pada produk yang dikemas akan tercemari oleh logam-logam tersebut.

Logam berat dalam jumlah besar masuk kedalam tubuh melalui makanan atau minuman, maka akan mengakibatkan gangguan pada sistem saraf, pertumbuhan terhambat, gangguan reproduksi, peka terhadap penyakit infeksi, kelumpuhan dan kematian dini, serta dapat juga menurunkan tingkat kecerdasan anak.

Susu kental manis merupakan susu cair yang akan cepat mudah bereaksi dengan wadahnya dan melarutkan logam-logam yang ada disekelilingnya. Untuk itu berdasarkan latar belakang diatas penulis termotivasi untuk mengangkat permasalahan ini dengan judul *analisa kandungan logam berat Fe dan pb dengan metode spektrofotometri serapan atom terhadap susu kental manis di pekanbaru.*

## **B. Penegasan Istilah**

Agar tidak terjadi kesalah pemahaman dan kekeliruan dalam memahami istilah yang dipakai dalam judul, maka merasa perlu mengemukakan penjelasan terhadap istilah-istilah tersebut yaitu:

### **1. Analisa kandungan logam berat Pb dan Fe**

Analisa kandungan logam berat Pb dan Fe bertujuan untuk menentukan kandungan logam berat Pb dan Fe menggunakan metode spektrofotometer serapan atom pada Susu Kental Manis kemasan kaleng.

## 2. Susu Kental Manis

Susu kental manis berarti susu yang dimaniskan, yakni susu yang berbentuk cairan kental, warna putih kekuningan atau warna lain yang tergantung dari aroma yang ditambahkan, dengan bau dan rasa yang khas.

## 3. Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri serapan atom adalah suatu metode analisa untuk penentuan unsur-unsur logam dan metaloid yang berdasarkan pada penyerapan (absorpsi) radiasi oleh atom bebas unsur tersebut.

### **C. Batasan Masalah**

Yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui ada atau tidaknya kandungan logam berat Pb dan Fe pada susu kental manis yang dianalisa dengan Spektrofotometer Serapan Atom.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka dirumuskan berapakah kandungan logam berat Pb dan Fe pada susu kental manis dengan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom?

### **E. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

#### **1. Tujuan penelitian**

- a. Mengetahui kandungan logam berat Pb dan Fe pada susu kental manis dengan menggunakan metode spektrofotometri serapan atom

- b. Membandingkan kandungan logam Pb dan Fe pada susu kental manis dengan Standar Nasional Indonesia yang dikeluarkan oleh S.K Dirjen BPOM.

## **2. Manfaat penelitian**

- a. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai besarnya kandungan logam Pb dan Fe pada susu kental manis yang menggunakan kemasan kaleng serta bahaya yang dapat ditimbulkan sehingga dapat terhindar dari keracunan logam berat.
- b. Memberikan informasi kepada peneliti lain dalam menganalisis kandungan logam Pb dan Fe menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom.
- c. Khususnya bagi penulis, pengetahuan bertambah tentang menganalisa kandungan logam berat Fe dan pb pada susu kental manis dan cara penggunaan alat spektrofotometri serapan atom.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Susu (*Milk*)**

Dijaman koloni dulu, susu adalah makanan yang hanya dikonsumsi oleh orang Belanda, sehingga ada anekdot yang mengatakan kalau mau menjadi orang yang berkuasa minumlah susu. Sementara itu diawal tahun 1950-an Prof. Poorwosudarmo mencetuskan empat sehat lima sempurna yang menempatkan susu pada urutan yang terakhir. orang awam pun akhirnya beranggapan bahwa susunan hidangan kita menjadi tidak sempurna tanpa kehadiran susu<sup>1</sup>.

Secara alamiah yang di maksud dengan susu adalah hasil pemerahan sapi atau hewan menyusui lainnya, yang dapat dimakan atau digunakan sebagai bahan makanan, yang aman dan sehat serta tidak dikurangi komponen-komponennya atau ditambah bahan-bahan lain. Sebagai bahan makanan atau minuman susu mempunyai nilai gizi yang tinggi, karena mengandung unsur-unsur kimia yang dibutuhkan oleh tubuh seperti Kalsium, Fospor, Vitamin A, Vitamin B, dan Riboflavin yang tinggi.

Komposisinya yang mudah dicerna dengan kandungan protein, mineral, dan vitamin yang tinggi, menjadikan susu sebagai sumber bahan makanan yang fleksibel yang dapat diatur kadar lemaknya, sehingga dapat memenuhi keinginan dan selera konsumen. Susu termasuk jenis bahan pangan hewani,

---

<sup>1</sup> Ali Khomsan, 2003, *Pangan dan Gizi untuk Kesehatan*, Jakarta, PT Raja Grafindo Persada, h. 147

berupa cairan putih yang dihasilkan oleh hewan ternak mamalia dan diperoleh dengan cara pemerahan<sup>2</sup>.

Susu yang baik apabila mengandung jumlah bakteri sedikit, tidak mengandung spora mikrobial patogen, bersih yaitu tidak mengandung debu atau kotoran lainnya, mempunyai cita rasa (*flavor*) yang baik, dan tidak dipalsukan. Komponen-komponen susu yang penting adalah protein dan lemak.

Kandungan susu berkisar antara 3-5% sedangkan kandungan lemak berkisar 3-8%. Kandungan energi adalah 65 kkal, dan pH susu adalah 6,7. Komposisi air susu rata-rata adalah sebagai berikut : air (87,90%), kasein (2,70%), lemak 93,45%), bahan kering (12,10%), albumin (0,50%), protein (3,20%), bahan kering laktosa (4,60%), vitamin, enzim, gas (0,85%)<sup>3</sup>.

## **B. Produk Susu dan Hasil Olahannya**

### **1. Susu Skim (*Skim Milk*) dan Susu Krim (*Whole Milk/Full Cream*)**

Susu skim adalah susu segar yang tertinggal setelah krim diambil sebagian atau seluruhnya. Susu skim mengandung semua zat makanan dari susu kecuali lemak dan vitamin yang larut dalam lemak. Sedangkan Susu krim atau biasa dikenal dengan nama *full cream* adalah bagian dari susu yang kaya akan lemak yang timbul ke bagian atas dari susu pada waktu didiamkan ataupun dipisahkan dengan sentrifugal.

---

<sup>2</sup> *Ibid*, h. 9

<sup>3</sup> Vina Azis, 2007, *Analisis kandungan Sn, Zn, dan Pb dalam Susu Kental Manis Kemasan Kaleng Secara Spektrofotometri Serapan Atom*, Yogyakarta, UII, h. 22

## 2. Susu Kental Manis dan Susu yang Diuapkan

Secara umum istilah susu kental manis berarti susu yang dimaniskan, yakni susu yang berbentuk cairan kental, warna putih kekuningan atau warna lain yang tergantung dari aroma yang ditambahkan, dengan bau dan rasa khas. Sedangkan Susu kental tak manis atau biasa disebut dengan susu yang diuapkan (*evaporated milk*) adalah susu dimana proses pembuatannya hampir sama dengan susu kental manis hanya dengan sedikit perubahan dengan tidak dilakukan penambahan sukrosa. Susu kental tidak manis termasuk susu yang diawetkan, dikemas dalam kaleng, kardus dan botol. Jika wadahnya terbuka harus segera di habiskan<sup>4</sup>.

## 3. Susu Kering atau Susu Bubuk

Produk-produk susu kering atau tepung susu adalah produk susu berwarna putih kekuningan, bau dan rasa khas susu, yang diperoleh dengan menghilangkan sebagian besar air dari susu dengan cara pengeringan yang pada umumnya melalui proses pengabutan, dibuat sebagai kelanjutan dari proses pengabutan, dibuat sebagai kalanjutan dari proses penguapan biasa kadar air dikurangi sampai di bawah 5% dan sebaiknya harus kurang dari 2%. Ada 2 macam susu bubuk yaitu :

- a. Susu penuh adalah susu yang belum dikurangi atau dihilangkan zat lemaknya (full cream milk).

---

<sup>4</sup> Budiman Chandra, 2006, *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Jakarta, EGC, hal. 100



- b. Susu yang dihilangkan zat lemaknya terkenal dengan *skim milk* atau susu non fat. Susu non fat baik untuk orang diet<sup>5</sup>.

#### 4. Susu Steril

Susu steril adalah produk susu yang diperoleh dengan cara mensterilkan susu pada suhu tidak kurang dari 100°C selama waktu yang cukup untuk mencapai keadaan steril komersial, dan dikemas secara hermetik (proses) pencegahan pembusukan produk pada penyimpanan dengan waktu yang lama.

#### 5. Susu UHT ( *Ultra High Temperature Milk* )

Susu UHT ini adalah produk susu yang diperoleh dengan cara mensterilkan susu pada suhu tidak kurang dari 135°C selama 2 detik dan segera dikemas dalam wadah steril secara aseptis (pembebasan dari mikroorganisme biologis dengan cara dipanaskan pada suhu lebih dari 100°C).

#### 6. Krim (*Kream*)

Krim adalah bagian dari susu yang sangat tinggi kandungan lemaknya . proses pemisahan krim dengan cara didiamkan atau dipisahkan dengan alat sentrifugal. kandungan lemak krim bermacam-macam yaitu:

- a. Half an half, mengandung campuran krim dan susu dengan kadar lemak 10,5% - 18%.
- b. Light cream atau table cream mengandung 18% - 30% lemak.
- c. Whipping cream ringan mengandung 30% - 36% lemak.

---

<sup>5</sup> *Ibid*, h. 101

d. Whipping cream berat mengandung lemak susu lebih dari 36% whipping cream ini merupakan bahan untuk meningkatkan rasa gurih pada masakan, kue-kue manis atau minuman seperti es krim, kue tart, minuman coklat, kopi dan sebagainya<sup>6</sup>.

## **7. Keju (*Cheese*)**

Keju berupa produk susu berbentuk padat atau setengah padat yang diperoleh dengan cara mengkoagulasikan susu, krim, susu skim, komponen susu ataupun dapat berupa campurannya dengan enzim lainnya dengan atau tanpa tambahan makanan yang diizinkan. Susu penuh digunakan untuk memproduksi keju natural dan keju olah<sup>7</sup>.

## **8. Mentega (*Butter*)**

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3744-1995), mentega adalah produk makanan berbentuk padat lunak yang dibuat dari lemak atau susu krim atau campurannya, dengan atau tanpa penambahan garam (NaCl) atau bahan lain yang diizinkan, serta minimal mengandung 80% lemak susu. Mentega dapat dibuat dari lemak susu (terutama lemak susu sapi) yang manis (sweet cream) atau asam. Mentega dari lemak susu yang asam mempunyai cita rasa lebih kuat.

## **9. Susu Kedelai**

Terbuat dari protein kedelai (hasil isolasi) yang diperkaya dengan methionin (asam amino esensial), sirup jagung, dan minyak kedelai atau minyak sayur lainnya. Susu kedelai mampu menggantikan susu sapi, karena

---

<sup>6</sup> Mohamad Ngapean, 1996, *Vegetarian*, Solo, CV. ANEKA, h. 41

<sup>7</sup> Betty Sri Laksmi, Winiati P.R, 1993, *Penanganan Limbah Industri Pangan*, Yogyakarta, Kanisius, h. 25

protein susu kedelai mempunyai susunan asam amino hampir mirip dengan susu sapi. Proteinnya bahkan lebih tinggi dan asam lemak jenuhnya lebih rendah. Selain itu susu kedelai tidak mengandung kolesterol, karena merupakan produk nabati<sup>8</sup>.

### **10. Yoghurt**

*Yoghurt* adalah susu yang diasamkan atau difermentasikan yaitu dengan menumbuhkan bakteri tertentu. Bentuknya kental, rasanya asam, sifatnya mudah dicerna dan dapat dibuat dari susu penuh atau susu skim<sup>9</sup>.

Yoghurt disukai oleh para ahli gizi karena memiliki jenis antibiotik yang alami dan membunuh bakteri-bakteri berbahaya didalam perut. Yogurt atau susu asam mengandung zat beesi, kalsium, vitamin A, vitamin B1, niacin, sedikit vitamin C, asam rinolit, fospor dan potassium. Susu asam sangat baik bagi orang-orang yang membutuhkan protein tambahan dan dapat juga membantu perut mencerna protein-protein lain serta melepaskan rasa sembelit<sup>10</sup>.

## **C. Logam Berat**

### **1. Logam Timbal**

Timbal adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Pb dan nomor atom 82. Lambangnya diambil dari bahasa latin *plumbum*. Logam ini termasuk kelompok logam-logam golongan IVA

---

<sup>8</sup> Elisabet Tara, *Buku Pintar Hidup Sehat dan Alami*, Jakarta, Kuda Pustaka dan Fokus Media, h. 329

<sup>9</sup> Soejoeti Tarwotjo, 1998, *Dasar-dasar Gizi Kuliner*, Jakarta, Grasindo, h.

<sup>10</sup> Vivienne lewis, 1995, *Tetap Sehat dan Aktif di atas usia 40*, Semarang, Dahara Prize, h. 46

pada tabel periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot (BA) 207,2. Timbal atau plumbum adalah metal kehitaman, dahulu di gunakan sebagai konstituen dalam cat, baterai, dan saat ini banyak digunakan dalam bensin. Untuk memperoleh bensin dengan bilangan oktan tinggi maka bensin diberi senyawa timbal tetra etil dan timbal tetra metal. Pada pembakaran bensin timbal akan tinggal diudara berkisar 25-50 %, peningkatan jumlah kendaraan dan peningkatan bilangan oktan bensin menambah pencemaran timbal diudara<sup>11</sup>.

Timbal termasuk racun sistemik, keracunan akan menimbulkan gejala seperti rasa logam di mulut, garis hitam pada gusi, muntah-muntah, kolik, perubahan kepribadian, kelumpuhan dan kebutaan<sup>12</sup>.

Sifat-sifat dan kegunaan logam timbal adalah:

1. Mempunyai titik lebur yang rendah sehingga mudah digunakan dan murah biaya operasinya
2. Mudah dibentuk karena logam ini lunak
3. Mempunyai sifat kimia yang aktif sehingga dapat digunakan untuk melapisi logam untuk mencegah perkaratan
4. Bila dicampur dengan logam lain membentuk logam campuran yang lebih bagus dari pada logam murninya
5. Kepadatannya melebihi logam lain<sup>13</sup>.

---

<sup>11</sup> Tresna Sastrawi, 2000, *Pencemaran Lingkungan*, Jakarta, Rineka Cipta, h. 184

<sup>12</sup> Juli Soemirat Slamet, 1994, *Kesehatan Lingkungan*, Bandung, UGM, h. 118

<sup>13</sup> Darmono, 1995, *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, Jakarta, Universitas Jakart, h. 5

Logam timbal merupakan logam yang tahan korosi, mempunyai titik lebur rendah sekitar  $327,5^{\circ}\text{C}$ , memiliki kerapatan yang besar, dan sebagai penghantar listrik yang baik. Timbal adalah logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar di alam dalam jumlah kecil melalui proses alami. Timbal terakumulasi di lingkungan, tidak dapat terurai secara biologis dan toksisitasnya tidak berubah sepanjang waktu. Timbal bersifat toksik jika terhirup atau tertelan oleh manusia dan di dalam tubuh akan beredar mengikuti aliran darah, diserap kembali di dalam ginjal dan otak, dan disimpan di dalam tulang dan gigi. Bagi kebanyakan orang, sumber utama asupan timbal adalah makanan yang biasanya mengandung 100-300 mikrogram/hari. Batas kandungan timbal dalam makanan 2,56 mg/kg didalam tubuh<sup>14</sup>. Makanan yang mengandung kadar timbal tinggi adalah dari kelompok makanan kaleng. Pada tabel 2.1. Menunjukkan kelompok makanan yang tercemar timbal.

**Tabel 2.1. Kelompok makanan yang tercemar timbal**

<b>Kelompok makanan</b>	<b>Kadar timbal (mikrogram/kg)</b>
Makanan kaleng	500-100
Hasil ternak(hati,ginjal)	150
Daging	50
Ikan	170
Udang dan kerang	>250
Susu sapi, buah dan sayuran	15-20

---

<sup>14</sup> Sartono, 2001, *Racun dan Keracunan*, Jakarta, Widya Medika, h. 211

Hasil penelitian *The National Food Processors Association* mengungkapkan, kehadiran partikel Pb merupakan salah satu sumber kontaminasi di dalam produk makanan/minuman yang dikalengkan. Keberadaan partikel Pb ini dapat berasal dari kaleng yang dilakukan pematrian pada proses penyambungan antara kedua bagian sisi dari *tin plate* untuk membentuk badan kaleng atau antara bagian badan kaleng dan tutupnya yang dipatri. Gejala dan tanda-tanda secara klinis akibat terpapar Pb yang timbul akan berbeda, seperti yang dipaparkan di bawah ini:

**a. Terpapar secara akut**

Timbal di udara yang dihirup manusia dapat menimbulkan gejala-gejala seperti kram perut, kolik, dan biasanya diawali dengan sembelit, mual, muntah-muntah. Sedangkan akibat yang lebih seperti sakit kepala, bingung atau pikiran kacau, sering pingsan dan koma. Pada anak-anak nafsu makan berkurang, sakit perut dan muntah, bergerak terasa kaku, kelemahan, tidak ingin bermain, peka terhadap rangsangan, sulit berbicara dan gangguan pertumbuhan otak dan koma.

**b. Terpapar secara kronis**

Keracunan Pb secara kronis berjalan lambat. Kelelahan, kelesuan, dan iritabilitas merupakan tanda awal dari *intoksikasi* Pb secara kronis. Dan paparan dengan dosis rendah sudah menimbulkan efek yang merugikan pada perkembangan dan fungsi dari sistem saraf pusat. Gejala lainnya adalah kehilangan *libido*, gangguan menstruasi, serta aborsi spontan pada wanita, kerusakan arteriol dan kapiler yang mengakibatkan

adema otak, meningkatkan tekanan cairan serebrospinal, degenerasi neuron dan perkembangbiakan sel glia<sup>15</sup>.

Berbagai upaya dan tindakan pengamanan perlu dilakukan dalam rangka mencegah dan mengurangi pencemaran Pb, upaya tersebut di antaranya adalah dengan menghindari penggunaan peralatan-peralatan dapur atau tempat makanan atau minuman yang diduga mengandung Pb misalnya keramik berglasur, wadah yang dipatri atau mengandung cat, dan lain-lain.

## **2. Kegunaan Timbal**

Penggunaan timbal terbesar adalah dalam produksi baterai penyimpanan untuk mobil. Untuk produk-produk logam seperti amunisi, pelapis kabel, pipa, dan solder, bahan kimia, pewarna dan lain-lain. Beberapa produk logam dibuat dari timbal murni yang diubah menjadi berbagai bentuk dan sebagian besar terbuat dari alloy timbal. Solder mengandung 50-95 % timbal, sedangkan sisanya adalah timah. Titik lebur solder akan berubah tergantung dari komposisinya. Logam pencetak yang digunakan dalam pencetakan terdiri dari timbal, timah dan antimony. dimana komposisinya pada umumnya terdiri dari 85% timbal, 12% antimony dan 3% timah. Peluru timbal mengandung 0,1-0,2% arsenik untuk menambahkan kekerasannya. Alloy yang mempunyai titik cair rendah dan digunakan dalam alarm api, pemadam kebakaran otomatis dan skring listrik mengandung bismut, cadmium atau merkuri.

---

<sup>15</sup> Frank,C.Lu, 1995, *Toksikologi Dasar*, Jakarta, UI-Press, h. 359

Penggunaan timbal yang bukan alloy terutama terbatas pada produk-produk yang harus tahan karat, sebagai contoh pipa timbal digunakan untuk pipa-pipa yang akan mengalirkan bahan-bahan kimia yang korosif, lapisan timbal digunakan untuk melapisi tempat cucian yang sering mengalami kontak dengan bahan-bahan korosif dan timbal juga digunakan sebagai pelapis kabel listrik yang akan digunakan didalam tanah atau dibawah permukaan air.

Komponen timbal juga digunakan sebagai pewarna cat karena kelarutannya didalam air rendah sehingga dapat berfungsi sebagai pelindung dan terdapat dalam berbagai warna. yang paling banyak digunakan adalah timbal putih. Timbal merah berupa bubuk berwarna merah cerah yang digunakan sebagai pewarna cat yang tahan karat, cat berwarna kuning dapat dibuat dengan menambahkan kuning krom. timbal juga digunakan sebagai campuran dalam pembuatan pelapis keramik yang disebut glaze.

Glaze adalah lapisan tipis gelas yang menyerap kedalam permukaan tanah liat yang digunakan untuk membuat keramik. Komponen utama dari glaze keramik adalah silika yang bergabung dengan oksida lainnya membentuk silikat kompleks atau glaze. Komponen timbal yaitu timbal oksida ditambahkan kedalam glaze untuk membentuk sifat mengkilat yang tidak dapat dibentuk dengan oksida lain.



### 3. Logam Besi

Besi adalah logam yang berasal dari bijih besi (tambang) yang banyak digunakan untuk kehidupan manusia sehari-hari dari yang bermanfaat sampai dengan yang merusakkan. Dalam tabel periodik, besi mempunyai simbol Fe dan nomor atom 26. Besi juga mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Besi adalah logam yang paling banyak dan paling beragam penggunaannya. Hal itu karena beberapa hal, diantaranya:

- a. Kelimpahan besi di kulit bumi cukup besar
- b. Pengolahannya relatif mudah dan murah
- c. Besi mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan dan mudah dimodifikasi.

Salah satu kelemahan besi adalah mudah mengalami korosi. Korosi menimbulkan banyak kerugian karena mengurangi umur pakai berbagai barang atau bangunan yang menggunakan besi atau baja. Sebenarnya korosi dapat dicegah dengan mengubah besi menjadi baja tahan karat (*stainless steel*), akan tetapi proses ini terlalu mahal untuk kebanyakan penggunaan besi.

Walaupun logam ini termasuk dalam kelompok logam esensial tetapi kasus keracunan Fe sering dilaporkan terutama pada anak-anak. Keracunan Fe pada anak-anak terjadi secara tidak sengaja, saat anak memakan makanan atau benda yang mengandung Fe, sedangkan pada orang dewasa hal ini jarang terjadi walaupun. Walaupun toksisitas Fe jarang menyebabkan kematian, tetapi dapat menyebabkan gangguan mental

serius. Kasus terjadinya toksisitas Fe pada anak kemungkinan besar terjadi karena banyak preparat yang mengandung Fe diberikan kepada anak baik berupa obat maupun vitamin.

Disamping itu kebiasaan anak makan sembarangan dilingkungan sekitarnya juga memengaruhi hal tersebut. Besi adalah logam dalam kelompok makromineral didalam kerak bumi tetapi termasuk kelompok mikro dalam sistem biologi. Logam ini mungkin logam yang pertama ditemukan dan digunakan oleh manusia sebagai alat pertanian. Pada sistem biologi seperti hewan, manusia dan tumbuhan, logam ini bersifat esensial, kurang stabil, dan secara perlahan berubah menjadi fero ( $\text{Fe}^{+2}$ ) atau feri ( $\text{Fe}^{+3}$ ).

Sumber utama pencemaran udara oleh Fe ialah pabrik besi dan baja inhalasi Fe oksida dari asap dan debu yang sering terjadi dilokasi pertambangan dapat menyebabkan radang paru-paru “benina pneumoconiosis”. pada waktu pemeriksaan sinar rontgen, terlihat adanya endapan Fe (siderosis) dalam alveoli paru-paru. Kejadian toksisitas Fe ini jarang ditemukan pada peristiwa polusi udara lingkungan.

Pada umumnya setiap jaringan tubuh selalu mengandung Fe yaitu 4 g Fe. hampir semua Fe dalam tubuh terkait dengan protein porfirin dan komponen hemoglobin. Ikatan dengan protein lainnya adalah feritin, trasferin dan homosiderin. Diet Fe perhari setiap orang sekitar 10-15mg Fe dan hanya sebagian kecil yang di absorpsi, sedangkan dosis letal minimum (MLD) adalah sekitar 200-250 mg/kg berat badan.

Besi seiring tersedia dalam preparat obat dan vitamin termasuk tablet suplemen, sebagai sulfat, glukonat, dan garam fumarat dalam tablet multivitamin-mineral biasanya diberikan pada ibu hamil yang menjelang melahirkan untuk mencegah defisiensi Fe.

#### **4. Mekanisme Toksisitas Fe**

Tempat pertama dalam tubuh yang mengontrol pemasukan Fe ialah usus halus. bagian usus ini berfungsi untuk absorpsi dan sekaligus juga sebagai ekskresi Fe yang tidak diserap. Besi di dalam usus diabsorpsi dalam bentuk peritin, dimana bentuk fero lebih mudah diserap dari pada feri. Feritin masuk kedalam darah dan berubah bentuk menjadi senyawa trasferin dalam darah tersebut besi mempunyai status sebagai besi trivalent yang kemudian ditransfer kehati atau limfa yang kemudian disimpan dalam organ tersebut dalam bentuk feritin dan hemosiderin. toksisitas terjadi bilamana kelebihan Fe dalam ikatan tersebut.

Toksisitas akut Fe pada anak terjadi karena anak memakan sekitar 1g Fe, walaupun yang termakan mungkin lebih banyak kandungan normal intake besi pada anak adalah sekitar 10-20 mg/kg. Toksisitas akut besi terjadi pertama-tama disebabkan oleh adanya iritasi dalam saluran gastro-intestinal, kematian karena keracunan besi pada anak kebanyakan terjadi diantara anak umur 12-24 bulan, hal tersebut erat hubungannya dengan pemberian yang terlalu banyak suplemen vitamin pada prenatal dan suplemen vitamin-mineral pada postnatat.

Mekanisme toksisitas besi secara pasti belum begitu jelas diperkirakan kematian terjadi karena sekunder shock yang disebabkan oleh iritasi gastro-intestinal. Bila dilakukan autopsi terhadap korban keracunan ditemukan pendarahan dan nekrosis pada mukosa lambung dan usus. Keracunan besi dapat menyebabkan permeabilitas dinding pembuluh darah kapiler meningkat sehingga plasma darah merembes keluar.

Akibatnya, volume darah menurun dan hipoksia jaringan menyebabkan asidosis. Pada pemeriksaan biokimiawi terlihat adanya peningkatan enzim dalam serum seperti serum glutamic oxaloacetic transaminase (SGOT) dan serum glutamic pyruvic transaminase (SGPT) yang merupakan indikator adanya proses degenerasi jaringan hati. Pada proses toksisitas besi kronik, besi banyak terakumulasi dalam jaringan hati, yaitu dalam mitokondria dari sel hati. hal tersebut menyebabkan mitokondria membengkak yang disebabkan tidak berfungsinya hati dan juga terjadi degenerasi melemak pada miokardium dan ginjal.

## **5. Gejala Klinis**

Ada lima fase klinis dari toksisitas besi sehingga dapat digunakan sebagai pedoman untuk diagnosis dan cara pengobatannya. Fase pertama biasanya berjalan dua jam setelah memakan makanan terkontaminasi besi ditandai dengan sakit perut, diare atau muntah yang berwarna kecoklatan terkadang bercampur darah, terlihat adanya takipnea, takicardia, dan

terkadang hipertensi. penderita akan terlihat lemah, gelisah, dan sakit perut.

Besi bereaksi langsung terhadap dinding usus dan berakibat korosif sehingga menyebabkan mukosa gastro-intestinal yang memperlihatkan tanda-tanda pendarahan yang menyebabkan shock. Gejala ini biasanya jarang menimbulkan kematian, tetapi hal tersebut secara mendadak dapat saja terjadi kematian, diagnosa keracunan besi pada gejala fase satu sulit ditentukan, karena pada pemeriksaan darah kadarnya normal, terutama bila keracunannya hanya sekali makan.

Pada kondisi tersebut besi cepat didistribusikan didalam hati, Perlu diperhatikan bahwa, walaupun kadar besi dalam darah normal, mungkin proses terjadinya toksisitas besi masih berjalan. Gejala fase kedua terjadi segera setelah fase pertama berakhir. Pasien dapat terlihat membaik bila tidak akan segera berkembang menjadi gejala fase ketiga. Gejala fase ketiga terjadi 8-16 jam setelah fase pertama selama periode ketiga ini terjadi shock dan asidosis yang menyebabkan hipoglikemia, sianosis dan demam.

Gejala fase keempat terjadi 2-4 hari setelah makan makanan terkontaminasi dan tercuri dengan terjadinya kerusakan hati. Diduga terjadi nekrosis hati disebabkan oleh reaksi langsung dari besi terhadap mitokondria dalam sel hati. Gejala fase kelima dari toksisitas besi terjadi 2-4 minggu setelah makan makanan terkontaminasi besi dan tercuri dengan

adanya obstruksi/ penyempitan saluran gastro-intestinal, setenosispiloris dan vibrosis lambung<sup>16</sup>.

#### **D. Kaleng**

Kaleng adalah lembaran baja yang disalut timah atau berupa wadah yang dibuat dari baja dan dilapisi timah tipis dengan kadar tidak lebih dari 1,00-1,25% dari berat kaleng itu sendiri. Sedangkan pengalengan merupakan salah satu cara menyelamatkan bahan makanan dari proses pembusukan. Biasanya produk makanan yang dikemas dalam kaleng akan kehilangan cita rasa segarnya dan akan mengalami penurunan nilai gizi akibat pengolahan dengan suhu tinggi.

Satu hal lagi yang cukup mengganggu adalah timbulnya rasa tain kaleng atau rasa seperti besi yang timbul akibat coating kaleng tidak sempurna. Dalam pengalengan, produk-produk yang hendak dikalengkan itu dibagi menjadi 2 golongan berdasarkan pH nya. Bahan makanan yang ber pH kurang dari 4,5 diawetkan dengan pemanasan yang tidak terlalu tinggi, sedangkan yang ber pH lebih dari 4,5 tergantung dari perlakuan panas yang ditujukan untuk membunuh mikroorganismenya<sup>17</sup>.

Dengan demikian semua mikroba yang hidup bersama makanan tersebut akan mati. Oleh karena itu makanan kaleng dapat disimpan hingga 2 tahun dalam keadaan baik, tidak busuk, dan tidak beracun. Semua jenis makanan bisa dikemas didalam kaleng mulai dari daging, susu, ikan ,sayuran,

---

<sup>16</sup> Darmono, 2008, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*, Jakarta, UI-Press, h. 153-156

<sup>17</sup> Agus Irawan, 1997, *Pengawetan Ikan dan Hasil Perikanan*, Solo, Aneka Solo, h.154

buah-buahan, dan makanan olahan seperti sosis, bumbu nasi goreng hingga sayur lodeh.

Kini kita bisa menyaksikan berbagai jenis makanan yang dikemas di dalam kaleng ada di warung, di toko kelontong (pasar tradisional) dan supermarket atau swalayan, mereknya pun bermacam-macam baik produksi dalam negeri maupun impor. Sehingga umur tempat jalannya reaksi panas makanan selama penyimpanan ditentukan oleh daya tahan kaleng terhadap korosi. Banyak sekali faktor yang mempengaruhi besarnya korosi pada kaleng bagian dalam, diantaranya

- a. Tingginya sisa oksigen dalam makanan
- b. Adanya akselator korosi, seperti Nitrat dan senyawa Sulfur lainnya
- c. pH makanan dalam kaleng
- d. Suhu dan lama penyimpanan
- e. Jenis kaleng dan penahan korosi<sup>18</sup>

Biasanya besarnya korosi di bagian luar akan lebih mudah terkontrol, hal tersebut dikarenakan oleh :

- a. Komposisi air pendingin (mengandung klor, melarutkan garam, dan sebagainya)
- b. Ketipisan lapisan timah dan jenis kaleng yang digunakan.

Sedangkan untuk bagian dalam kaleng dihindarkan dari terjadinya karat ataupun reaksi terhadap makanan di dalamnya terutama reaksi dengan asam, yaitu dengan cara melapisinya dengan enamel yang dipakai adalah campuran

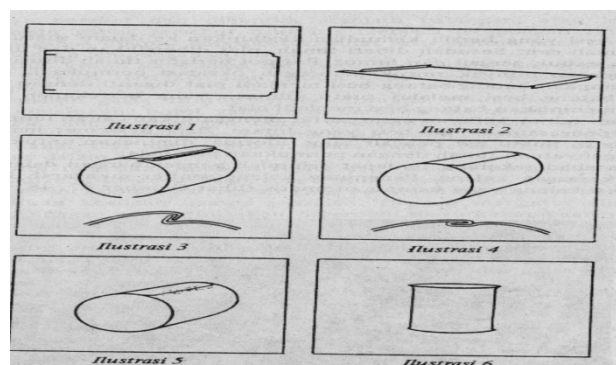
---

<sup>18</sup> Vina Azis, Op. Cit, h. 28

dari Oleoresin Seng Oksida (ZnO). Oleh karenanya logam timah (Sn) dipilih sebagai bahan dasar pembentuk kaleng karena relative tidak beracun dan menambah daya tarik kemasan karena berkilat dan tahan karat.

Kaleng yang bocor dan membenjol menandakan beberapa kegagalan pada saat pengalengan dan isi atau makanan dari kaleng tersebut tidak aman untuk dikonsumsi. Makanan kaleng dengan karat berlebihan pada bagian luar logam nya tidak aman untuk dikonsumsi.

Perlakuan makanan kaleng dengan hati-hati-hati untuk menghindari benjolan dan kerusakan yaitu kondisi kaleng yang sudah penyok dan rusak, apabila kerusakan kaleng cukup parah, maka barang kali terdapat lubang pada kaleng tersebut, dimana memungkinkan perkembangan mikroorganisme dan memicu pembusukan makanan yang ada di dalamnya<sup>19</sup>. Proses pembuatan kaleng dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



**Gambar 2.1. Proses pembuatan kaleng**

Keterangan :

<sup>19</sup> Nancy long, 2006, *Panduan Makanan Sehat(Mengenal Bahan, Zat Aditif, Racun dan Nutrisi Dalam Makanan)*, Jakarta, Prestasi Pustaka, h. 135



1. Bakal badan kaleng ditakik,
2. Dibuat kait,
3. Bakal badan kaleng dibentuk dengan mempertemukan kait ujung satu dengan yang lain,
4. Bakal badan kaleng berkait dipipihkan untuk membentuk keliling samping,
5. Bagian permukaan luar keliling dipatri, dan
6. Bagian badan kaleng dibengkok keluar dengan bentuk khusus untuk membuat bibir kaleng.

## **E. Spektrofotometri Serapan Atom**

### **1. Teori Spektrofotometri Serapan Atom**

Prinsip dasar spektrofotometri serapan atom adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah<sup>20</sup>.

Teknik ini adalah teknik yang paling umum dipakai untuk analisis unsur. Teknik - teknik ini didasarkan pada emisi dan absorpsi dari uap atom. Komponen kunci pada metode spektrofotometri serapan atom adalah sistem (alat) yang dipakai untuk menghasilkan uap atom dalam sampel.

Cara kerja spektroskopi serapan atom ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung didalam

---

<sup>20</sup> Khopkar, 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Jakarta, UI Press, h. 274

nya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (Hollow Cathode Lamp) yang mengandung unsur yang akan ditentukan.

Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya. Jika radiasi elektromagnetik dikenakan kepada suatu atom, maka akan terjadi eksitasi elektron dari tingkat dasar ke tingkat tereksitasi. Maka setiap panjang gelombang memiliki energi yang spesifik untuk dapat tereksitasi ke tingkat yang lebih tinggi. Besarnya energi dari tiap panjang gelombang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$E = h \cdot \frac{C}{\lambda}$$

Dimana: E = Energi (Joule)

h = Tetapan Planck (  $6,63 \cdot 10^{-34}$  J.s)

C = Kecepatan Cahaya (  $3 \cdot 10^8$  m/s), dan

$\lambda$  = Panjang gelombang (nm)

Larutan sampel diaspirasikan ke suatu nyala dan unsur-unsur di dalam sampel diubah menjadi uap atom sehingga nyala mengandung atom unsur-unsur yang dianalisis. Beberapa diantara atom akan tereksitasi secara termal oleh nyala, tetapi kebanyakan atom tetap tinggal sebagai atom netral dalam keadaan dasar (ground state). Atom-atom ground state ini kemudian menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber radiasi yang terbuat oleh unsur-unsur yang bersangkutan. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi adalah sama dengan

panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom dalam nyala. Absorpsi ini mengikuti hukum Lambert-Beer, yaitu absorbansi berbanding lurus dengan panjang nyala yang dilalui sinar dan konsentrasi uap atom dalam nyala. Kedua variabel ini sulit untuk ditentukan tetapi panjang nyala dapat dibuat konstan sehingga absorbansi hanya berbanding langsung dengan konsentrasi analit dalam larutan sampel

Teknik-teknik analisisnya yaitu kurva kalibrasi, standar tunggal dan kurva adisi standar. Aspek kuantitatif dari metode spektrofotometri diterangkan oleh hukum Lambert-Beer, yaitu:

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c \text{ atau } A = a \cdot b \cdot c$$

Dimana:

$A$  = Absorbansi

$\epsilon$  = Absorptivitas molar (mol/L)

$a$  = Absorptivitas (gr/L)

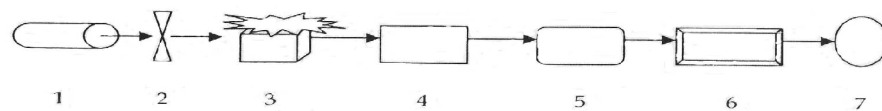
$b$  = Tebal Nyala (nm)

$c$  = Konsentrasi (ppm)

Absorptivitas molar dan absorptivitas ( $a$ ) adalah suatu konstanta dan nilainya sangat spesifik untuk jenis zat dan panjang gelombang tertentu, sedangkan tebal media (sel) dalam prakteknya tetap. Dengan demikian absorbansi suatu spesies akan merupakan fungsi linear dari konsentrasi, sehingga dengan mengukur absorbansi suatu spesies konsentrasinya dapat ditentukan dengan membandingkannya dengan konsentrasi larutan standar.

## 2. Instrumentasi Spektrofotometri Serapan Atom

Alat spektrofotometri serapan atom terdiri dari rangkaian dalam diagram skematik berikut:



**Gambar 2.2. Diagram Spektrofotometer Serapan Atom atau SSA**

Keterangan : 1. Sumber sinar

2. Pemilah (*Chopper*)

3. Nyala

4. Monokromator

5. Detektor

6. Amplifier

7. Meter atau recorder



### Gambar 2.3. Spektrofotometer Serapan Atom

## 3. Komponen-komponen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

### a. Sumber Sinar

Sumber radiasi SSA adalah *Hallow Cathode Lamp* (HCL). Setiap pengukuran dengan SSA kita harus menggunakan *Hallow Cathode Lamp* khusus misalnya akan menentukan konsentrasi Timbal dari suatu cuplikan. Maka kita harus menggunakan *Hallow Cathode* khusus. *Hallow Cathode* akan memancarkan energi radiasi yang sesuai dengan energi yang diperlukan untuk transisi elektron atom. *Hallow Cathode Lamp* terdiri dari katoda cekung yang silindris yang terbuat dari unsur yang sama dengan yang akan dianalisis dan anoda yang terbuat dari tungsten.

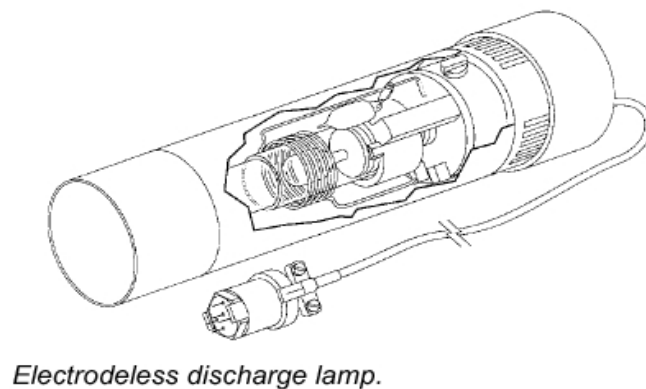
Dengan pemberian tegangan pada arus tertentu, logam mulai smemijar dan dan atom-atom logam katodanya akan teruapkan dengan pemercikan. Atom akan tereksitasi kemudian mengemisikan radiasi pada panjang gelombang tertentu<sup>21</sup>.



Gambar 2.4. Lampu Katoda Berongga

<sup>21</sup> *Ibid*, h. 280

Sumber radiasi lain yang sering dipakai adalah "Electrodeless Discharge Lamp" lampu ini mempunyai prinsip kerja hampir sama dengan Hollow Cathode Lamp (lampu katoda cekung), tetapi mempunyai output radiasi lebih tinggi dan biasanya digunakan untuk analisis unsur-unsur As dan Se, karena lampu HCL untuk unsur-unsur ini mempunyai signal yang lemah dan tidak stabil yang bentuknya dapat dilihat pada Gambar .

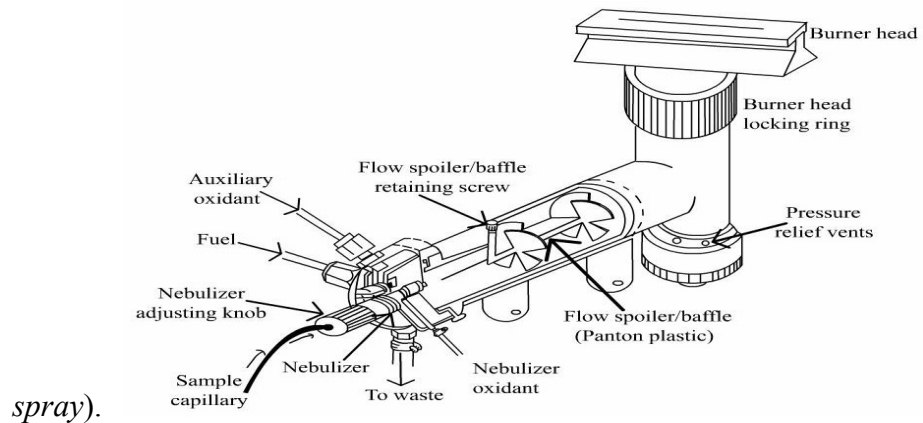


**Gambar 2.5. Electrodeless Discharge Lamp**

#### **b. Sumber Atomisasi**

Sumber atomisasi dibagi menjadi dua yaitu sistem nyala dan sistem tanpa nyala. Kebanyakan instrumen sumber atomisasinya adalah nyala dan sampel diintroduksi dalam bentuk larutan. Sampel masuk ke nyala dalam bentuk aerosol. Aerosol biasa dihasilkan oleh nebulizer

(pengabut) yang dihubungkan ke nyala oleh ruang penyemprot (*chamber*



**Gambar 2.6. Instrumentasi sumber atomisasi**

Jenis nyala yang digunakan secara luas untuk pengukuran analitik adalah udara-asetilen dan nitrous oksida-asetilen.

1) Nyala udara asetilen

Biasanya menjadi pilihan untuk analisis menggunakan SSA. Temperatur nyalanya yang lebih rendah mendorong terbentuknya atom netral dan dengan nyala yang kaya bahan bakar pembentukan oksida dari banyak unsur dapat diminimalkan.

2) Nitrous oksida-asetilen

Dianjurkan dipakai untuk penentuan unsur-unsur yang mudah membentuk oksida dan sulit terurai. Hal ini disebabkan karena temperatur nyala yang dihasilkan relatif tinggi. Unsur-unsur tersebut adalah: Al, B, Mo, Si, So, Ti, V, dan W.

Prinsip dari SSA, larutan sampel diaspirasikan ke suatu nyala dan unsur-unsur di dalam sampel diubah menjadi uap atom sehingga nyala mengandung atom unsur-unsur yang dianalisis. Beberapa diantara

atom akan tereksitasi secara termal oleh nyala, tetapi kebanyakan atom tetap tinggal sebagai atom netral dalam keadaan dasar ( *ground state* ).

Atom-atom *ground state* ini kemudian menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber radiasi yang terbuat dari unsur-unsur yang bersangkutan. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi adalah sama dengan panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom dalam nyala.

#### **c. Monokromator**

Pada AAS monokromator dimaksudkan untuk memisahkan dan memilih panjang gelombang yang digunakan dalam analisis<sup>22</sup>. Atau bisa juga dikatakan merupakan alat yang berfungsi untuk memisahkan radiasi yang tidak diperlukan dari spektrum radiasi lain yang dihasilkan oleh *Hallow Cathode Lamp*.

#### **d. Detektor**

Detektor merupakan alat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, yang memberikan suatu isyarat listrik berhubungan dengan daya radiasi yang diserap oleh permukaan yang peka.

#### **e. Readout**

Readout merupakan suatu alat penunjuk atau dapat juga diartikan sebagai sistem pencatatan hasil. Pencatatan hasil dilakukan dengan suatu alat yang telah terkalibrasi untuk pembacaan suatu

---

<sup>22</sup> Gholib, Ibnu G, dan Rohman, Abdul, 2007, *Kimia Farmasi Analisis*, Yogyakarta, Pustaka Pelajar, h. 331



transmisi absorbansi. Hasil pembacaan dapat berupa angka atau berupa kurva dari suatu rekorder yang menggambarkan absorbansi atau intensitas emisi<sup>23</sup>.

**Tabel 2.2. Kondisi SSA untuk analisis logam Fe dan Pb**

Unsur	Panjang Gelombang (nm)	Tipe Nyala	Range Kerja( $\mu\text{g/L}$ )	Batas Deteksi ( $\mu\text{g/L}$ )
Fe	248,3	AA	2,5-10	0,006
Pb	217	AA	5-20	0,015

Keterangan : AA = Udara-asetilen

#### 4. Teknik-teknik Analisis

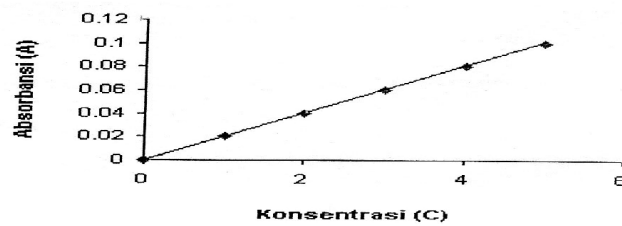
Dalam analisa secara spektrometri teknik yang biasa dipergunakan antara lain:

##### a. Metode kurva kalibrasi

Dalam metode kurva kalibrasi ini, dibuat seri larutan standard dengan berbagai konsentrasi dan absorbansi dari larutan tersebut diukur dengan SSA. Selanjutnya membuat grafik antara konsentrasi (C) dengan Absorbansi (A) yang akan merupakan garis lurus melewati titik nol dengan slope =  $\epsilon \cdot B$  atau slope =  $a \cdot b$ , konsentrasi larutan sampel diukur dan diinterpolasi ke dalam kurva kalibrasi atau di masukkan ke dalam persamaan regresi linear pada kurva kalibrasi seperti yang ditunjukkan pada gambar.

---

<sup>23</sup> *Ibid*, h. 332



**Gambar 2.7. Kurva kalibrasi**

#### **b. Metode standar tunggal**

Metode ini sangat praktis karena hanya menggunakan satu larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya ( $C_{std}$ ). Selanjutnya absorpsi larutan standard ( $A_{std}$ ) dan absorpsi larutan sampel ( $A_{smp}$ ) diukur dengan spektrofotometri.

Dari hukum Beer diperoleh:

$$A_{std} = \epsilon \cdot B \cdot C_{std}$$

$$A_{smp} = \epsilon \cdot B \cdot C_{smp}$$

$$\epsilon \cdot B = A_{std}/C_{std}$$

$$\epsilon \cdot B = A_{smp}/C_{smp}$$

Sehingga:

$$A_{std}/C_{std} = A_{smp}/C_{smp}$$

$$C_{smp} = (A_{smp}/A_{std}) \cdot C_{std}$$

Dengan mengukur absorbansi larutan sampel dan standard, konsentrasi larutan sampel dapat dihitung.

#### **c. Metode adisi standard**

Metode ini dipakai secara luas karena mampu meminimalkan kesalahan yang disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan (matriks) sampel dan standard. Dalam metode ini dua atau lebih sejumlah volume

tertentu dari sampel dipindahkan ke dalam labu takar. Satu larutan diencerkan sampai volume tertentu, kemudian diukur absorbansinya tanpa ditambah dengan zat standard, sedangkan larutan yang lain sebelum diukur absorbansinya ditambah terlebih dulu dengan sejumlah tertentu larutan standard dan diencerkan seperti pada larutan yang pertama. Menurut hukum Beer akan berlaku hal-hal berikut:

$$A_x = k.C_x; \quad A_T = k(C_s + C_x)$$

Keterangan,

$C_x$  = konsentrasi zat sampel

$C_s$  = konsentrasi zat standar yang ditambahkan ke larutan sampel

$A_x$  = Absorbansi zat sampel (tanpa penambahan zat standar)

$A_T$  = Absorbansi zat sampel + zat standar

Jika kedua persamaan di atas digabung, akan diperoleh:

$$C_x = C_s \times \{A_x / (A_T - A_x)\}$$

Konsentrasi zat dalam sampel ( $C_x$ ) dapat dihitung dengan mengukur  $A_x$  dan  $A_T$  dengan spektrofotometer. Jika dibuat suatu seri penambahan zat standar dapat pula dibuat suatu grafik antara  $A_T$  lawan  $C_s$ , garis lurus yang diperoleh diekstrapolasi ke  $A_T = 0$ , sehingga diperoleh:

$$C_x = C_s \times \{A_x / (0 - A_x)\} ; C_x = C_s \times (A_x / -A_x)$$

## 5. Gangguan dalam Spektrofotometri Serapan Atom

Berbagai faktor dapat mempengaruhi pancaran nyala suatu unsur tertentu dan menyebabkan gangguan pada penetapan konsentrasi unsur.

### a. Gangguan Spektral

Gangguan spectral disebabkan karena ikut masuknya radiasi non-resonans (yaitu sinar yang tidak mengalami penyerapan oleh atom unsure yang diukur) ke detector. radiasi / sinar pengotor ini mempunyai panjang gelombang yang amat berdekatan dengan radiasi resonans. ikut masuknya kedetektor disebabkan oleh monokromator yang terbatas “daya pisahnya” (resolusinya). disisnilah perlu monokromator yang baik.

Gangguan spektal yang lain ialah yang disebabkan karena saling berdekatannya garis (panjang gelombang) absorpsi dai unsure yang satu dengan yang lain. misalnya Fe, Ca mengabsorbsi pada 232,0nm yang adalah panjang gelombang untuk pengukuran Ni.

#### **b. Gangguan Kimia**

Reaksi-reaksi kimia yang terjadi dalam nyala (ionisasi, terbentuknya oksida, garam oksi dan senyawa lainnya yang stabil) dapat menimbulkan efek penurunan atau peningkatan dari absorbans. efek penurunan misalnya dijumpai dalam analisis Ca, Mg, Sr, Ti dan sebagainya. dalam contoh yang mengandung ion-ion oksi seperti silikat, aluminat, sulfat, fosfat dan sebagainya. dimana terbantu garam oksi sehingga diperoleh absorbans yang lebih rendah dibandingkan dengan bilamana pengganggu-pengganggu (ion-ion oksi) tersebut tidak ada.

#### **c. Gangguan Fisika**

Gangguan ini berasal dari sebab-sebab fisik, misalnya pelarut yang berbeda dalam larutan setandar dan contoh akan menimbulkan perbedaan ukuran partikel kabut akan makin cepat atau mudah proses

pengatomannya. kemudian, mudah/lambatnya proses ini akan mempengaruhi absorbans yang diperoleh. kurva standart yang melengkung dapat disebabkan oleh gangguan ini.

Kemudian perbedaan viskositas antara larutan dan contoh karena perbedaan komposisi matriks masing-masing (misalnya karena contoh mengandung asam yang lebih pekat d/p standar atau contoh lebih banyak mengandung garam terlarut d/p standar, jenis pelarut yang tak sama dan sebagainya) akan mempengaruhi efisiensi nebulizer.

Dengan viskositas pelarut yang rendah (misalnya pelarut organik) maka volum larutan per satuan waktu yang terhisap kedalam nebulizer akan lebih besar d/p apabila air yang dipakai sebagai pelarut. jadi matriks yang berbeda itu bisa menimbulkan efek matriks.

#### **d. Gangguan ionisasi**

Gangguan ionisasi sering dialami dalam analisis unsur alkali dan alkali tanah di mana unsur-unsur ini memiliki potensial ionisasi yang rendah. maka atom-atom yang terjadi dalam nyala menjadi mudah terionisasi sehingga mengurangi populasi atom-atom yang mengakibatkan berkurangnya kepekaan pengukuran atau terjadinya efek penurunan (supression effect). gangguan ini dapat dihindarkan dengan menambahkan buffer pengionan misalnya garam NaCl, KCl, LiCl dan sebagainya. jadi misalnya dalam analisis Sr, Ba atau Al dalam air gangguan ionisasi dapat dihindarkan dengan menambahkan ion  $K^+$  atau  $Na^+$  ke dalam standar dan contoh sampai konsentrasi 2000-5000

ppm. untuk analisis K atau Na, buffer pengionan yang diperlukan ialah garam CsCl (5000-10000 ppm), atau LiCl<sup>24</sup>.

## 6. Keuntungan Metoda Spektrofotometri Serapan Atom

Metode SAA mempunyai beberapa keuntungan yaitu:

- a. Spesifik
- b. Batas deteksi yang rendah
- c. Cukup ekonomis
- d. Absorbansi data dapat dibaca langsung
- e. Dapat diaplikasikan kepada banyak jenis unsur dalam banyak jenis contoh
- f. Batas kadar-kadar yang ditentukan amat luas (ppm hingga %)

---

<sup>24</sup> Sumardi, 1996, *Spektrofotometri Serapan Atom*, Bandung, Pusat Penelitian dan Pengembangan Kimia Terapan, h. 13-14

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Alat dan Bahan**

##### **1. Alat**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Seperangkat Instrumen Spektroskopi Serapan Atom
- b. Peralatan gelas Laboratorium
- c. Neraca analitik
- d. *Hot Plate* stirer
- e. Kertas Saring Whatman no 42

##### **2. Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Larutan standar  $\text{FeSO}_4$  (Merk)
- b. Larutan standar  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  (Merk)
- c. Larutan  $\text{HNO}_3$  65% (Merk)
- d. Susu Kental Manis
- e. Aquades

#### **B. Rancangan Penelitian**

Rancangan penelitian yang akan digunakan dalam penelitian adalah penelitian secara kuantitatif. Pada penelitian ini yang akan ditentukan adalah kandungan logam berat Pb dan Fe pada susu kental manis dengan tiga merek kemasan kaleng yang diambil dari pasar Panam di Pekanbaru.

### **C. Prosedur Penelitian**

#### **1. Pembuatan Larutan Standar Pb**

Dilarutkan 1,59g  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  dengan aquades, kemudian masukkan kedalam labu ukur 1000 ml lalu diencerkan hingga tanda batas. Kemudian dipipet 10 ml larutan induk Pb 1000 ppm kedalam labu ukur 100 ml, lalu diencerkan dengan aquades hingga tanda batas. Untuk membuat larutan standar kemudian dipipet 1, 3, 5, 7 dan 9 ml larutan kerja  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  100 ppm kedalam labu takar 100 ml lalu diencerkan sampai tanda batas sehingga mempunyai konsentrasi Pb 1, 3, 5, 7, dan 9 ppm.

#### **2. Pembuatan Larutan Standar Fe**

Dilarutkan 2,74g  $\text{FeSO}_4$  dengan aquades, kemudian masukkan kedalam labu ukur 1000 ml lalu diencerkan hingga tanda batas. Kemudian dipipet 10 ml larutan induk Pb 1000 ppm kedalam labu ukur 100 ml, lalu diencerkan dengan aquades hingga tanda batas. Untuk membuat larutan standar kemudian dipipet 1, 2, 3, dan 4 ml larutan kerja  $\text{FeSO}_4$  100 ppm kedalam labu takar 100 ml lalu diencerkan sampai tanda batas sehingga mempunyai konsentrasi Pb 1, 2, 3, dan 4 ppm.

#### **3. Preparasi Sampel**

Susu kental manis kemasan kaleng seluruhnya dituang kedalam wadah plastik dan dihomogenkan dengan menggunakan sendok plastik. Kemudian ditimbang secara tepat 10 gr sampel ke dalam gelas beker ukuran 250 ml/mL lalu ditambahkan dengan aquades 20 ml/mL dan 5 ml/mL  $\text{HNO}_3$  65%. kemudian dipanaskan selama 1 menit pada hot plate



hal ini dimaksudkan untuk menguapkan sebanyak mungkin zat organik yang ada. Kemudian disaring dengan kertas saring Whatman no 42 ke dalam labu takar 50 mL dan diencerkan dengan menggunakan aquades sampai tanda batas. Kemudian dianalisis menggunakan alat Spektrofotometri Serapan Atom.

#### **D. Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Pb dan Larutan Sampel**

- a. Disiapkan larutan standar timbal dengan konsentrasi 1 mg/L; 3 mg/L; 5 mg/L; 7 mg/L dan 9 mg/L.
- b. Diukur absorbansi larutan standar timbal dan sampel tersebut menggunakan SSA.
- c. Dibuat kurva kalibrasi larutan standar timbal dan hitung konsentrasi timbal.

#### **E. Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Fe dan Larutan Sampel**

- a. Disiapkan larutan standar besi dengan konsentrasi 1,0 mg/L; 2,0 mg/L; 3,0 mg/L; dan 4,0 mg/L.
- b. Diukur absorbansi larutan standar besi dan sampel tersebut menggunakan SSA.
- c. Dibuat kurva kalibrasi larutan standar besi dan hitung konsentrasi besi.

#### **F. Pengolahan Data**

Teknik yang digunakan dalam analisis ini adalah metode kurva kalibrasi. Kurva standar, dimana terdapat hubungan Konsentrasi (C) dengan Absorbansi

(A). Maka nilai yang dapat di ketahui adalah nilai Slope dan Intersep. Kemudian nilai konsentrasi sampel dapat diketahui dengan memasukkan ke dalam persamaan regresi linear dengan menggunakan hukum Lambert-Beer yaitu:

$$Y = Bx + A$$

Dimana : Y = Absorbansi Sampel

B = *Slope*

X = Konsentrasi sampel

A = *Intersep*

Dari perhitungan regresi linear, maka dapat diketahui kadar dari sampel dengan menggunakan rumus :

$$C \text{ Sebenarnya} = \frac{C \text{ pembacaan} \times \text{Volume preparat} \times \text{Faktor pengenceran}}{\text{Berat Sampel}}$$

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Optimasi Analisis**

##### **1. Optimasi Alat**

Kandungan logam Fe dan Pb dalam susu kental manis kemasan kaleng dapat ditentukan dengan menggunakan metode Spektroskopi Serapan Atom dengan menggunakan campuran bahan bakar udara asetilen. Alat Spektroskopi Serapan atom terlebih dahulu harus dioptimasi untuk memperoleh hasil analisis yang baik dan sempurna. Kondisi optimasi analisis logam Fe dan Pb dengan metode Spektroskopi Serapan Atom dilakukan agar di peroleh populasi atom pada tingkat dasar yang paling banyak dalam nyala api yang dilewati oleh radiasi. Atom-atom akan menyerap tenaga radiasi yang khas untuk atom-atom tersebut dan kemudian berubah ke keadaan eksitasi. Semakin banyak atom pada keadaan dasar, maka radiasi-radiasi yang diserap akan makin banyak, pada kondisi optimum akan diperoleh serapan maksimal.

##### **2. Optimasi Kurva Kalibrasi**

Kurva standar kalibrasi dibuat berdasarkan hukum Lambert-Beer. Yaitu  $A=abc$ . Absorbansi (A) sebagai Absis. Oleh karena itu, konstanta yang harga perkaliannya ditentukan oleh Slope adalah nilai untuk a dan b. Sehingga jika dibuat kurva absorbansi lawan konsentrasi larutan standar,

maka dapat diperoleh kurva garis lurus. Dari perhitungan regresi linier yaitu  $y = bx + a$ , maka penarikan garis lurus dapat dilihat atau diambil.

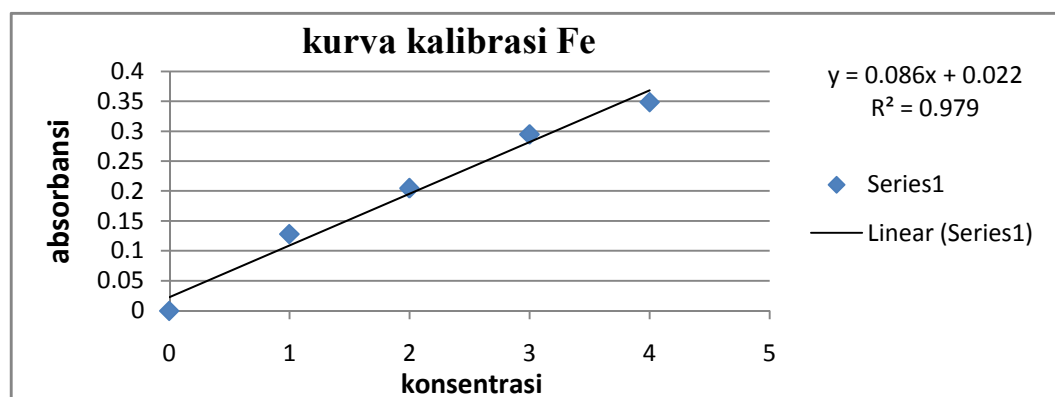
### B. Larutan standar Besi (Fe)

Larutan standar Fe dibuat dari  $\text{FeSO}_4$  dalam 1000 ppm. Pengukuran absorbansi larutan standar menggunakan alat nyala spektrofotometer serapan atom. Dimana absorbansi menunjukkan kemampuan sampel untuk menyerap radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang maksimum. Kurva kalibrasi larutan standar logam Fe dapat dilihat pada Gambar dibawah ini :

**Tabel 4.1. Data absorban pada larutan standar**

Konsentrasi (mg/l)	Absorbansi (A)
0	0
1	0.1284
2	0.2050
3	0.2950
4	0.3487

Dari data tersebut dapat dibuat kurva kalibrasi standar Fe pada penelitian ini.



**Gambar 4.1. Kurva Kalibrasi Fe**

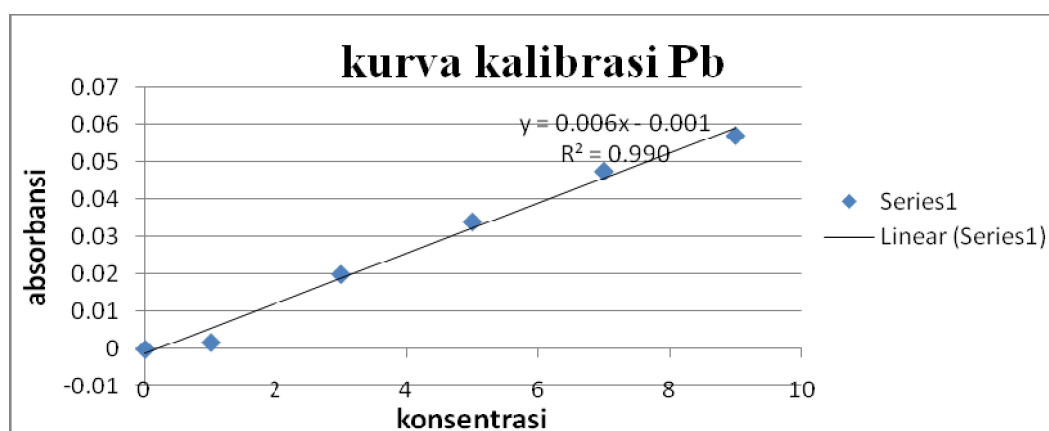
### C. Larutan Standar Timbal (Pb)

Larutan standar Pb dibuat dari  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  dalam 1000 ppm. Pengukuran absorbansi larutan standar menggunakan alat nyala spektrofotometer serapan atom. Dimana absorbansi menunjukkan kemampuan sampel untuk menyerap radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang maksimum. Kurva kalibrasi larutan standar logam Pb dapat dilihat pada Gambar dibawah ini :

**Tabel 4.2. Data absorbansi pada larutan standar**

Konsentrasi (mg/l)	Absorbansi ( A )
0	0
1	0.0018
3	0.0200
5	0.0340
7	0.0475
9	0.0570

Dari data tersebut dapat dibuat kurva kalibrasi standar Pb pada penelitian ini.



**Gambar 4.2. Kurva Kalibrasi Pb**

#### **D. Penentuan kandungan logam Besi dan Timbal dalam Susu Kental Manis**

Analisis suatu unsur logam dalam suatu sampel dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), suatu sampel haruslah dalam bentuk larutan dan ini biasanya membutuhkan destruksi untuk memecah ikatan Fe dan Pb dengan unsur-unsur organik dalam suatu sampel.

Preparasi sampel merupakan langkah yang penting dalam analisis unsur-unsur mikro yang menggunakan pengukuran Spektrofotometri Serapan Atom. Pemilihan metode preparasi sampel sangat mempengaruhi hasil yang akan didapatkan nantinya.

Dalam menganalisis konsentrasi suatu logam di dalam suatu sampel, ternyata semua elemen ataupun komponen dalam hal ini yang tidak ingin kita amati dapat menyebabkan kenaikan ataupun penurunan konsentrasi logam yang ingin kita analisis, untuk itu perlu dilakukan pengenceran larutan sampel untuk menurunkan konsentrasi logam yang tidak kita inginkan tersebut pada tekanan yang tidak menyebabkan gangguan yang signifikan.

Pada tahap preparasi sampel, bahan-bahan organik yang ada dalam sampel harus di destruksi terlebih dahulu. Ada 2 prosedur yang umum digunakan untuk mendestruksi bahan-bahan organik dalam cuplikan yaitu dengan oksidasi basah (wet oxidation) dan pengabuan kering (dry ashing). Fungsi dari destruksi adalah untuk memutus ikatan antara senyawa organik dengan logam yang akan dianalisis.

Dalam penelitian ini digunakan destruksi basah karena pada umumnya destruksi basah dapat dipakai untuk menentukan unsur-unsur dengan

konsentrasi yang rendah. Agar unsur-unsur tersebut tidak saling mengganggu dalam analisis, maka salah satu unsur harus dihilangkan, dengan adanya proses destruksi tersebut diharapkan yang tertinggal hanya logam-logamnya saja.

Dalam analisis Susu Kental Manis kemasan kaleng ini menggunakan  $\text{HNO}_3$  65% yang berfungsi sebagai destruktur. Larutan ini dipakai untuk bahan-bahan organik yang sulit dihancurkan. Dan dilakukan pemanasan menggunakan hotplate untuk menyempurnakan destruksi. Selanjutnya larutan disaring dan diencerkan dengan menggunakan aquades sampai tanda batas. Kemudian dianalisis dengan alat nyala SSA merek Varian Spectra AA tipe 220 untuk logam Fe dan Pb.

Penelitian penentuan logam Fe dan Pb dalam sampel Susu Kental Manis kemasan kaleng menggunakan SSA nyala, yaitu dengan asetilen sebagai bahan bakar dan udara sebagai oksidan. Larutan sampel dilewatkan pada nyala sehingga terbentuk uap atom yang akan dianalisis dan akan menyerap radiasi sinar yang dihasilkan oleh lampu katoda berongga, sinar akan melalui monokromator untuk memilih panjang gelombang kemudian masuk dalam detektor dan absorbansi sampel akan terbaca dalam sistem pembacaan alat.

Kondisi yang ideal untuk suatu analisis menggunakan metode nyala SSA adalah larutan sampel yang dianalisis harus memenuhi ketentuan bahwa larutan sampel harus berada dalam matrik yang identik dengan larutan standar.

Teknik yang digunakan dalam analisis ini adalah metode kurva kalibrasi, dalam metode ini dibuat seri larutan standar dengan berbagai konsentrasi dan absorbansi dari larutan tersebut yang kemudian diukur dengan Spektrofotometri Serapan Atom. Langkah selanjutnya adalah membuat grafik antara konsentrasi (c) dengan absorbansi (a) yang merupakan garis lurus melewati titik nol. Dengan menggunakan program regresi linear akan didapat persamaan  $y = bx + a$ . Dari hasil analisis didapatkan data absorbansi dan konsentrasi sampel untuk logam Fe dan Pb pada Tabel dibawah ini :

**Tabel 4.3. Hasil pengukuran logam Pb dan Fe pada sampel**

No	Kode sampel	Absorbansi (A)	
		Logam Fe	Logam Pb
1	Susu kode A	0,028	0,027
2	Susu kode B	0,034	0,027
3	Susu kode C	0,038	0,028

Berdasarkan tabel diatas yang dihitung dengan menggunakan metode regresi linear maka didapat hasil perhitungan sebagaimana yang terlihat dalam tabel 6

**Tabel 4.4. Hasil perhitungan konsentrasi logam Pb dan Fe pada sampel**

No	Kode sampel	Konsentrasi (mg/L)	
		Logam Fe	Logam Pb
1	Susu kode A	0,169	4,666
2	Susu kode B	0,139	4,666
3	Susu kode C	0,186	4,830



Dari tabel 6 diatas dapat dihitung kandungan logam berat Fe dan Pb pada masing-masing sampel.

**Tabel 4.5. Hasil perhitungan kandungan logam berat Fe dan Pb pada sampel**

No	Kode sampel	kadar (mg/kg)	
		Logam Fe	Logam Pb
1	Susu kode A	0,930	23,30
2	Susu kode B	0,695	23,30
3	Susu kode C	0,845	24,15

Dari tabel diatas menunjukkan kandungan logam berat Fe dan Pb pada masing-masing sampel.

Karena susu kental manis (SKM) yang dianalisis menggunakan kemasan kaleng, kerusakan produk pangan kalengan terutama disebabkan karena interaksi antara logam dasar pembuat kaleng, dan hal yang di takutkan adalah terjadinya korosi oleh logam-logam pembentuk kemasan, dimana pengertian dari korosi adalah reaksi logam menjadi ion pada permukaan logam yang kontak langsung dengan lingkungan berair dan oksigen. yaitu logam Fe yang dapat menimbulkan rasa *tain* kaleng atau rasa seperti besi yang timbul akibat *coating* kaleng tidak sempurna. Menyebabkan perubahan yang tidak diinginkan seperti perubahan warna, terjadi *off-flavour*, kehilangan nilai nutrisi, kekeruhan dan terbentuknya karat pada kaleng.

Selain itu kaleng yang dilakukan pematrian pada proses penyambungan antara kedua bagian sisi dari tin plate untuk membentuk badan kaleng atau antara bagian badan kaleng dan tutupnya yang dipatri dapat

menimbulkan keberadaan logam Pb. Sehingga dapat menyebabkan terjadinya kontak langsung antara logam Pb dengan produk pangan yang memiliki kadar asam rendah sehingga terjadi sulfide stain atau noda hitam pada produk kalengan tersebut. Salah satu penyebab korosi pada kaleng adalah suhu, kelembaban, tempat penyimpanan dan bahan-bahan yang bersifat korosif.

Hasil analisis logam berat Fe dan Pb pada semua sampel, seperti tercantum dalam Tabel 6 dan tabel 7, menunjukkan cemaran logam berat Fe pada konsentrasi yang rendah dan kandungan logam Fe berturut-turut adalah untuk kode A sebesar 0,930 mg/Kg; kode B 0,695 mg/kg dan kode C 0,845 mg/kg, ini tidak melebihi ambang batas SNI-01-3548-1994 sebesar 10,0 mg/Kg. Sedangkan hasil untuk logam berat Pb menunjukkan pada konsentrasi yang sangat besar dan kandungan logam Pb berturut-turut pada kode A sebesar 23,30 mg/kg, kode B sebesar 23,30 mg/kg dan kode C sebesar 24,15 mg/kg, ini melebihi ambang batas SNI-01-2896-1998 sebesar 2,0 mg/kg.

Dalam jumlah besar logam timbal masuk kedalam tubuh dapat menyebabkan gejala-gejala secara akut dan kronis. Gejala secara akut seperti kram perut, kolik, dan biasanya diawali dengan sembelit, mual, muntah-muntah. Sedangkan akibat yang lebih seperti sakit kepala, bingung atau pikiran kacau, sering pingsan dan koma.

Pada anak-anak nafsu makan berkurang, sakit perut dan muntah, bergerak terasa kaku, kelemahan, tidak ingin bermain, peka terhadap rangsangan, sulit berbicara dan gangguan pertumbuhan otak dan koma. Sedangkan gejala secara kronis seperti berjalan lambat, Kelelahan, kelesuan,

dan iritabilitas merupakan tanda awal dari intoksikasi Pb secara kronis. Dan paparan dengan dosis rendah sudah menimbulkan efek yang merugikan pada perkembangan dan fungsi dari sistem saraf pusat. Gejala lainnya adalah kehilangan libido, gangguan menstruasi, serta aborsi spontan pada wanita.

Dalam jumlah besar logam Besi masuk kedalam tubuh dapat menyebabkan gejala-gejala mual, muntah, diare, dan pendarahan pada sistem pencernaan dan reaksi lainnya akan mengarah pada syok, koma, kejang-kejang, dan kematian<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> <http://gayahidupsehat.org/kelebihan-zat-besi-bisa-fatal>. 21/04/2011

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **A. Kesimpulan**

Hasil analisis logam berat Pb dan Fe dalam sampel Susu Kental Manis yang dibeli di pasar tradisional menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh pada tempat penyimpanan. Kandungan logam Fe dan Pb yang dianalisis dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom pada sampel Susu Kental Manis kemasan kaleng berturut-turut adalah untuk logam Fe kode A sebesar 0,930 mg/Kg; kode B 0,695 mg/kg dan kode C 0,845 mg/kg sedangkan kandungan logam Pb berturut-turut pada kode A sebesar 23,30 mg/kg, kode B sebesar 23,30 mg/kg dan kode C sebesar 24,15 mg/kg.

Analisa kandungan logam Fe dan Pb menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom pada semua sampel Susu Kental Manis kemasan kaleng untuk logam Fe pada semua sampel tidak melebihi ambang batas SNI-01-3548-1994 sebesar 10,0 mg/Kg. Dan untuk analisa kandungan logam Pb pada semua sampel Susu Kental Manis kemasan kaleng melebihi ambang batas yang diperbolehkan menurut SNI-01-2896-1998 2,0 mg/kg.

#### **B. Saran**

Disarankan kepada peneliti selanjutnya agar dapat menentukan kandungan logam berat pada Susu bubuk dan dengan logam yang berbeda. Selanjutnya kepada masyarakat agar tidak sering mengkonsumsi makanan dalam kemasan kaleng karena kandungan logam beratnya dapat mempengaruhi kesehatan tubuh kita dalam jumlah yang besar.

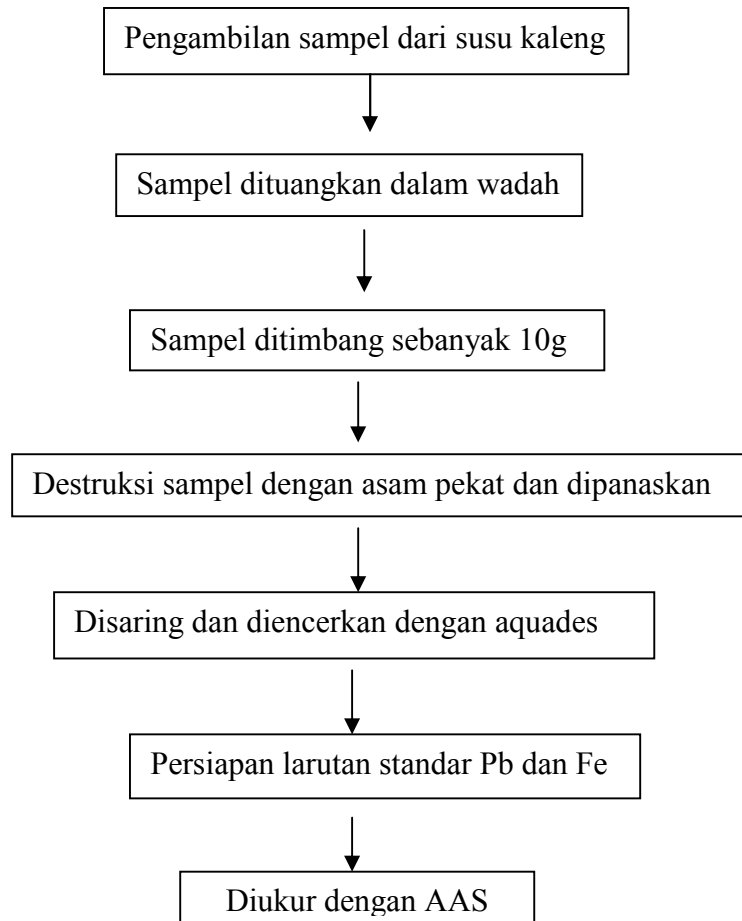
## DAFTAR REFERENSI

- Agus Irawan, 1997, *Pengawetan Ikan dan Hasil Perikanan*, Solo: Aneka Solo
- Ali Khomsan, 2003, *Pangan dan Gizi untuk Kesehatan*, Jakarta: PT. raja grafindo persada
- Budiman Chandra, 2006, *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Jakarta: EGC
- Budiyanti Wiboworini. 2007, *Gizi dan Kesehatan*, Jakarta: Sunda Kelapa Pustaka
- Betty Sri Laksmi.J, Winiati.P.R, 1993, *penanganan Limbah Industri*, Yogyakarta: Kanisius
- Darmono, 2008, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*, Jakarta: UI-Press
- Darmono,1995, *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, Jakarta: Universitas Jakarta
- Elisabet Tara, *Buku Pintar Hidup Sehat dan Alami*, Jakarta: Kuda Pustaka dan Fokus Media
- Gholib, Ibnu G, dan Rohman, Abdul, 2007, *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Heryando Palar, 2004, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Jakarta: PT RINEKA CIPTA
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Tembaga>, waktu download 13 Maret 2011 pukul 10:16 WIB.
- [http://www.prodipsatubeacukai.com/index.php?option=com\\_fireboard&Itemid=53&func=view&catid=24&id=705](http://www.prodipsatubeacukai.com/index.php?option=com_fireboard&Itemid=53&func=view&catid=24&id=705), waktu download 6 April 2011 pukul 20:03 WIB.
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Tembaga>, waktu download 4 Mei 2011 pukul 13:03 WIB.
- <http://www.indonesiaindonesia.com/f/10971-kekurangan-kelebihan-tembaga>, waktu download 26 Maret 2011 pukul 19:03 WIB.
- Juli Soemirat Slamet, 1994, *Kesehatah lingkungan*, Bandung: UGM
- Mohamad Ngapenan, 1996, *Vegetarian*, Solo: CV ANEKA

- Nancy long, 2006, *Panduan Makanan Sehat (mengenal bahan, zat aditif, racun dan nutrisi dalam makanan)*, Jakarta: Prestasi Pustaka
- Sumardi, 1996, *Metoda Analisa Kimia Instrumental dan aplikasinya*, Bandung: Pusat Penelitian dan pengembangan Kimia Terapan
- Soejoeti Tarwotjo, 1998, *Dasar-dasar Gizi Kuliner*, Jakarta: Grasindo
- Sartono, 2001, *Racun dan Keracunan*, Jakarta: Widya Medika
- Sakti A, siregar, 2005, *Instalasi Pengolahan Air Limbah*, Yogyakarta: Kanisius
- Srikandi Fariaz, 1992, *polusi air dan udara*, Yogyakarta: Kanisius
- Supardi, 1994, *Lingkungan Hidup Kelestariannya*, Bandung: Alumni
- Vivienne lewis, 1995, *Tetap Sehat dan Aktif Di atas Usia 40*, Semarang: Dahara Prize
- Vogel, 1985, *Analisa Anorganik Kualitatif Makro Dan Semimikro Bagian II*, Jakarta: PT Kalman Medium Pustaka

## LAMPIRAN 1. SKEMA KERJA

### 1. Skema kerja sampel



## LAMPIRAN 2. PERHITUNGAN PEMBUATAN LARUTAN INDUK DAN SERI STANDAR

### a. Pembuatan larutan standar Timbal

#### 1. Larutan induk Pb 1000 ppm

Dilarutkan 1,59 gram  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  dengan aquades kemudian masukkan kedalam labu takar 1000 ml lalu diencerkan hingga tanda batas.

$$Gr = \frac{\text{BMPb}(\text{NO}_3)_2}{\text{BA Pb}} \times 1gr$$

$$Gr = \frac{331}{207} \times 1gr$$

$$Gr = 1,59$$

#### 2. Larutan kerja Pb 100 ppm

Dipipet 10 ml larutan induk Pb 1000 ppm kedalam labu takar 100 ml, lalu diencerkan dengan aquades hingga tanda batas

Dik :

$$V_2 = 100 \text{ ml}$$

$$[ ]_2 = 100 \text{ ppm}$$

$$[ ]_1 = 1000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = ?$$

Rumus : $V_1 \cdot [ ]_1 = V_2 \cdot [ ]_2$
---------------------------------------------

$$\text{sehingga : } V_1 \cdot 1000 \text{ ppm} = 100 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = 10 \text{ ml}$$

#### 3. Larutan standar yang digunakan

Dipipet 1, 3, 5, 7 dan 9 ml larutan kerja  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  100 ppm kedalam labu takar 100 ml lalu diencerkan sampai tanda batas untuk membuat larutan standar Pb 1, 3, 5, 7, dan 9 ppm



**Perhitungannya :**

**Untuk 1 ppm**

$$V_2 = 100 \text{ ml}$$

$$[ ]_2 = 1 \text{ ppm}$$

$$[ ]_1 = 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = ?$$

$$\text{Sehingga } V_1 = 1 \text{ ml}$$

**Untuk 3 ppm**

$$V_2 = 100 \text{ ml}$$

$$[ ]_2 = 3 \text{ ppm}$$

$$[ ]_1 = 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = ?$$

$$\text{Sehingga } V_1 = 3 \text{ ml}$$

**Untuk 5 ppm**

$$V_2 = 100 \text{ ml}$$

$$[ ]_2 = 5 \text{ ppm}$$

$$[ ]_1 = 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = ?$$

$$\text{Sehingga } V_1 = 5 \text{ ml}$$

**Untuk 7 ppm**

$$V_2 = 100 \text{ ml}$$

$$[ ]_2 = 7 \text{ ppm}$$

$$[ ]_1 = 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = ?$$

Sehingga  $V_1 = 7 \text{ ml}$

**Untuk 9 ppm**

$$V_2 = 100 \text{ ml}$$

$$[ ]_2 = 9 \text{ ppm}$$

$$[ ]_1 = 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = ?$$

Sehingga  $V_1 = 9 \text{ ml}$

b. Pembuatan larutan standar Besi

1. Larutan induk Fe 1000 ppm

Dilarutkan 2,714 gram  $\text{FeSO}_4$  dengan aquades kemudian masukkan kedalam labu takar 1000 ml lalu diencerkan hingga tanda batas.

$$Gr = \frac{\text{BM FeSO}_4}{\text{BA Fe}} \times 1gr$$

$$Gr = \frac{125}{56} \times 1gr$$

$$Gr = 2,714$$

2. Larutan kerja Fe 100 ppm

Dipipet 10 ml larutan induk Fe 1000 ppm kedalam labu takar 100 ml, lalu diencerkan dengan aquades hingga tanda batas

Dik :

$$V_2 = 100 \text{ ml}$$

$$[ ]_2 = 100 \text{ ppm}$$

Rumus : $V_1 \cdot [ ]_1 = V_2 \cdot [ ]_2$
---------------------------------------------

$$[ ]_1 = 1000 \text{ ppm} \quad \text{sehingga : } V_1 \cdot 1000 \text{ ppm} = 100 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = ?$$

$$V_1 = 10 \text{ ml}$$

3. Larutan standar yang digunakan

Dipipet 1, 2, 3, dan 4 ml larutan kerja  $\text{FeSO}_4$  100 ppm kedalam labu takar

100 ml lalu diencerkan sampai tanda batas untuk membuat larutan standar

Pb 1, 2, 3, dan 4 ppm

**Perhitungannya :**

**Untuk 1 ppm**

$$V_2 = 100 \text{ ml}$$

$$[ ]_2 = 1 \text{ ppm}$$

$$[ ]_1 = 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = ?$$

$$\text{Sehingga } V_1 = 1 \text{ ml}$$

**Untuk 2 ppm**

$$V_2 = 100 \text{ ml}$$

$$[ ]_2 = 2 \text{ ppm}$$

$$[ ]_1 = 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = ?$$

$$\text{Sehingga } V_1 = 2 \text{ ml}$$

**Untuk 3 ppm**

$$V_2 = 100 \text{ ml}$$

$$[ ]_2 = 3 \text{ ppm}$$

$$[ ]_1 = 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = ?$$

$$\text{Sehingga } V_1 = 3 \text{ ml}$$

**Untuk 4 ppm**

$$V_2 = 100 \text{ ml}$$

$$[ ]_2 = 4 \text{ ppm}$$

$$[ ]_1 = 100 \text{ ppm}$$

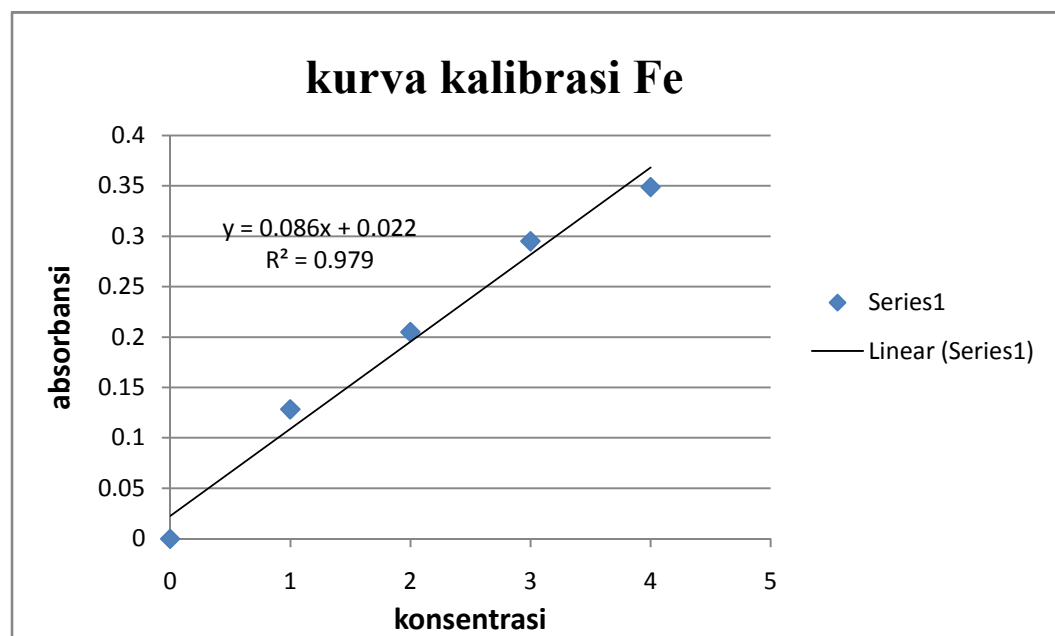
$$V_1 = ?$$

$$\text{Sehingga } V_1 = 4 \text{ ml}$$

### LAMPIRAN 3. PEMBUATAN KURVA KALIBRASI

- Tabel pengukuran larutan standar

Konsentrasi	absorbansi
0	0
1	0.1284
2	0.2050
3	0.2950
4	0.3487



#### Perhitungan Manual :

No	(X)	(Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X.Y
1	0	0	0	0	0
2	1	0,1284	1	0,0164	0,1284
3	2	0,2050	4	0,0420	0,4100
4	3	0,2950	9	0,0870	0,8850
5	4	0,3487	16	0,1215	1,3948
Σ	10	0,9771	30	0,2671	2,8182

$$y = a + bx$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n \sum X^2 - \sum (X)^2}$$

$$b = \frac{5(2,8182) - (10) \cdot (0,9771)}{5(30) - (100)}$$

$$b = 0,0864$$

$$a = \frac{\Sigma Y - b \cdot (\Sigma X)}{n}$$

$$a = \frac{(0,9771) - (0,0864) \cdot (10)}{5}$$

$$a = 0,02262$$

- Perhitungan konsentrasi sampel logam Fe

Kode sampel	absorbansi
Kode A	0,028
Kode B	0,034
Kode C	0,038

$Y = 0,086x + 0,022$
----------------------

**Kode A:**

$$Y = 0,086x + 0,022$$

$$0,028 = 0,086x + 0,022$$

$$X = 0,169$$

**Kode B :**

$$Y = 0,086x + 0,022$$

$$0,034 = 0,086x + 0,022$$

$$X = 0,139$$

**Kode C :**

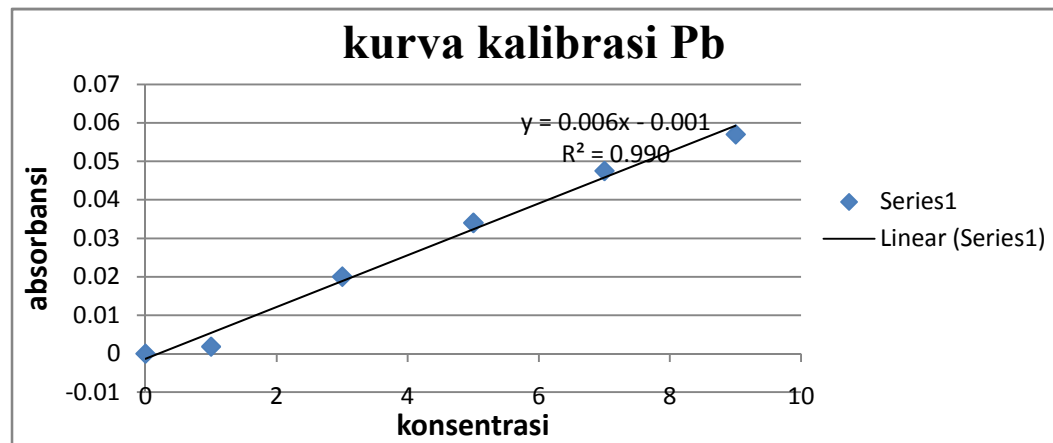
$$Y = 0,086x + 0,022$$

$$0,038 = 0,086x + 0,022$$

$$X = 0,186$$

Tabel pengukuran larutan standar Pb

konsentrasi	absorbansi
0	0
1	0.0018
3	0.02
5	0.034
7	0.0475
9	0.057



**Perhitungan manual:**

No	(X)	(Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	X.Y
1	0	0	0	0	0
2	1	0,0018	1	0,00000324	0,0018
3	3	0,0200	9	0,0004	0,060
4	5	0,0340	25	0,001156	0,170
5	7	0,0475	49	0,00225625	0,3325
6	9	0,0570	81	0,003249	0,513
Σ	25	0,1603	165	0,00706449	1,0773
Rata-rata	4,1666	0,02672			

$$y = a + bx$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n \sum X^2 - \sum (X)^2}$$

$$b = \frac{6(1,0773) - (25) \cdot (0,1603)}{6(165) - (625)}$$

$$b = 0,00672$$

$$a = \frac{\Sigma Y - b \cdot (\Sigma X)}{n}$$

$$a = \frac{(0,1603) - (0,00672) \cdot (25)}{6}$$

$$a = - 0,00128$$

- Perhitungan konsentrasi sampel logam Pb

Kode sampel	Absorbansi
Kode A	0,027
Kode B	0,027
Kode C	0,028

$$Y = 0,006x - 0,001$$

**Kode A :**

$$Y = 0,006x - 0,001$$

$$0,027 = 0,006x - 0,001$$

$$X = 4,666$$

**Kode B :**

$$Y = 0,006x - 0,001$$

$$0,027 = 0,006x - 0,001$$

$$X = 4,666$$

**Kode C :**

$$Y = 0,006x - 0,001$$

$$0,028 = 0,006x - 0,001$$

$$X = 4,830$$



#### LAMPIRAN 4. PERHITUNGAN KADAR SAMPEL

- Data Hasil Pengukuran Kadar Sampel :

$$\text{Kadar (mg/Kg)} = \frac{C \times V \times Fp}{W}$$

Dimana :

C = konsentrasi larutan sampel setelah pengukuran (mg/L)

W = berat sampel yang digunakan (kg)

V = volume labu yang digunakan (L)

Fp = faktor pengenceran

Tabel hasil pengukuran sampel

No	Kode sampel	Konsentrasi (mg/l)	
		Logam Fe	Logam Pb
1	Susu kode A	0,169	4,666
2	Susu kode B	0,139	4,666
3	Susu kode C	0,186	4,830

- a. Penentuan kadar logam Fe pada sampel

Untuk susu kode A:

$$\begin{aligned}\text{Kadar logam Fe (mg/Kg)} &= \frac{C \times V \times Fp}{W} \\ &= \frac{0,169 \text{ mg/l} \times 0,05 \text{ l} \times 1}{0,01 \text{ kg}} \\ &= 0,845 \text{ mg/kg}\end{aligned}$$

Untuk susu kode B:

$$\begin{aligned}\text{Kadar logam Fe (mg/Kg)} &= \frac{C \times V \times Fp}{W} \\ &= \frac{0,139 \text{ mg/l} \times 0,05 \text{ l} \times 1}{0,01 \text{ kg}} \\ &= 0,695 \text{ mg/kg}\end{aligned}$$

Untuk susu kode C:

$$\begin{aligned}\text{Kadar logam Fe (mg/Kg)} &= \frac{C \times V_{x} F_p}{W} \\ &= \frac{0,186 \text{ mg/l} \times 0,05 \text{ l} \times 1}{0,01 \text{ kg}} \\ &= 0,930 \text{ mg/kg}\end{aligned}$$

b. Penentuan kadar logam Pb

Untuk susu kode A:

$$\begin{aligned}\text{Kadar logam Pb (mg/Kg)} &= \frac{C \times V_{x} F_p}{W} \\ &= \frac{4,666 \text{ mg/l} \times 0,05 \text{ l} \times 1}{0,01 \text{ kg}} \\ &= 23,30 \text{ mg/kg}\end{aligned}$$

Untuk susu kode B:

$$\begin{aligned}\text{Kadar logam Pb (mg/Kg)} &= \frac{C \times V_{x} F_p}{W} \\ &= \frac{4,666 \text{ mg/l} \times 0,05 \text{ l} \times 1}{0,01 \text{ kg}} \\ &= 23,30 \text{ mg/kg}\end{aligned}$$

Untuk susu kode C:

$$\begin{aligned}\text{Kadar logam Pb (mg/Kg)} &= \frac{C \times V_{x} F_p}{W} \\ &= \frac{4,83 \text{ mg/l} \times 0,05 \text{ l} \times 1}{0,01 \text{ kg}} \\ &= 24,15 \text{ mg/kg}\end{aligned}$$

## LAMPIRAN 5. DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar. Penimbangan Sampel



Gambar. sampel yang telah ditimbang



Gambar. sampel dipanaskan dengan *hotplate*

Gambar. sampel disaring



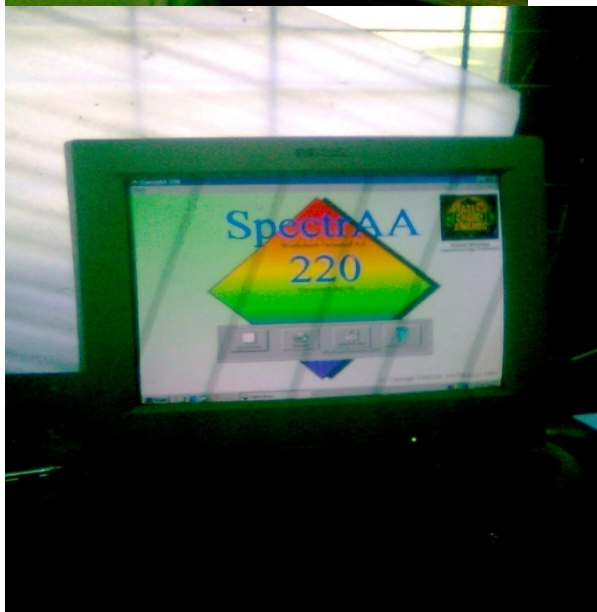
Gambar. sampel diukur dengan AAS  
pengukuran sampel



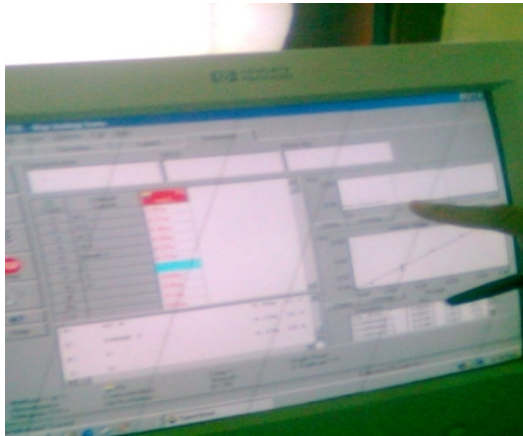
Gambar. kondisi nyala sebelum



Gambar. Udara Asitilen



Gambar. Monitor



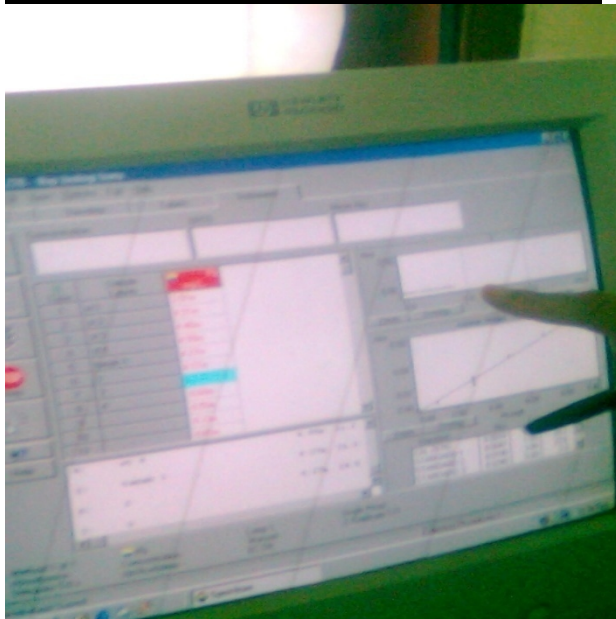
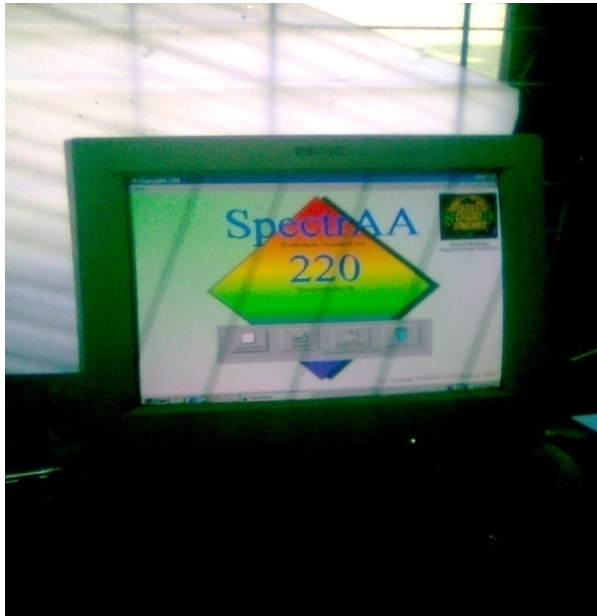
Gambar. Hasil pengukuran sampel terlihat pada monitor













## **LAMPIRAN 5. DOKUMENTASI PENELITIAN**



Gambar. Penimbangan Sampel  
ditimbang



Gambar. sampel yang telah  
ditimbang



Gambar. sampel dipanaskan dengan *hotplate*



Gambar. sampel disaring



Gambar. sampel diukur dengan AAS  
pengukuran sampel

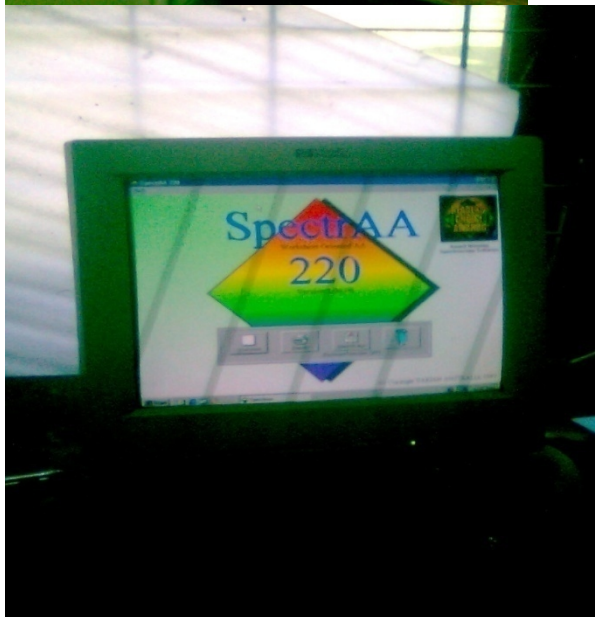


Gambar. kondisi nyala sebelum

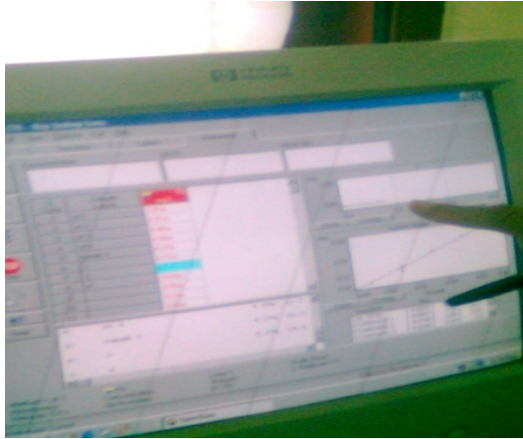




Gambar. Udara Asitilen



Gambar. Monitor



Gambar. Hasil pengukuran sampel terlihat pada monitor